

THESE

Présentée devant l'Université pour obtenir le grade de

DOCTEUR INGENIEUR

par

J.P. JOSIEN

Ingénieur Civil des Mines

CONTROLE DES TERRAINS DANS L'EXPLOITATION PAR TAILLE

Soutenue le 15 juin 1974 devant la Commission d'Examen

MM. SCHWARTZ

Président

CHAMBON
TOURET

Examineurs

COEUILLET
DE GREEF
JACOBI
STASSEN

Invités

THESE

Présentée devant l'Université pour obtenir le grade de

DOCTEUR INGENIEUR

par

J.P. JOSIEN

Ingénieur Civil des Mines

CONTROLE DES TERRAINS
DANS
L'EXPLOITATION PAR TAILLE

Soutenue le 15 juin 1974 devant la Commission d'Examen

MM. SCHWARTZ

Président

CHAMBON
TOURET

Examineurs

COEUILLET
DE GREEF
JACOBI
STASSEN

Invités



REMERCIEMENTS

Avant de présenter ce travail qui s'insère dans une recherche collective de chercheurs et d'exploitants, je tiens à remercier tous ceux qui s'y sont associés.

En premier lieu, Monsieur Bertrand SCHWARTZ, Professeur à l'Université de Paris , Conseiller au ministère de l'éducation nationale m'a admis, à ma sortie de l'école qu'il dirigeait alors, dans le laboratoire qu'il avait créé. Il me fait aujourd'hui l'honneur de présider le jury, je tiens à l'assurer de ma reconnaissance.

Il me faut aussi remercier particulièrement Monsieur Claude CHAMBON, directeur de l'ENSMIM qui m'a formé au métier de chercheur en dirigeant mon travail pendant de nombreuses années.

Monsieur TOURET, Maître de Conférence à l'Université de Nancy I, me fait l'honneur de participer au jury. Je l'en remercie ainsi que de la collaboration établie depuis quelques années avec lui.

Monsieur COEUILLET, directeur adjoint des Houillères du Bassin de Lorraine se préoccupe depuis toujours de "Pressions de Terrains". Je tiens à l'assurer de la profonde gratitude pour son aide et ses conseils et tout particulièrement pour l'examen critique et bienveillant qu'il a bien voulu faire de mes principales publications.

La CECA a joué un rôle important dans ce travail en finançant l'ensemble des études et en favorisant les contacts entre les chercheurs des pays européens. J'en remercie Monsieur DE GREEF, Chef de service à la Direction Générale de l'Energie et Contrôle de sécurité d'Euratom pour son action personnelle constante et dernièrement encore en vue du financement du film "La Vie d'une Taille".

Monsieur JACOBI, Docteur Ingénieur, Chef du Département Mines, Pressions de Terrains au Steinkohlenbergbauverein et Monsieur STASSEN, professeur à l'Université de Liège, directeur de l'INIEX me font l'honneur de participer à mon jury. Je les assure de ma reconnaissance et tout particulièrement pour l'aide constante et bienveillante qu'ils m'ont apportée tout au long de la réalisation du film de synthèse.

Je tiens également à remercier la direction du CERCHAR et en particulier Monsieur DELANNOY, directeur et Monsieur BELIN chef du département Mines, qui m'ont permis d'effectuer ce travail d'abord comme boursier de recherche, puis comme ingénieur du CERCHAR.

L'ensemble des travaux expérimentaux s'est déroulé dans les bassins houillers. Il ne m'est malheureusement pas possible de citer l'ensemble des ingénieurs, agents de maîtrise et ouvriers dont l'aide a été inestimable et l'accueil favorable malgré la gêne que nous leur avons occasionnée et les difficultés supplémentaires que nous leur avons créées. Il me faut remercier tout particulièrement Messieurs AURIOL et CAPELA qui, avec l'appui de Monsieur PROUST participèrent à l'orientation et à la réalisation de la plupart des campagnes réalisées aux HBNPC. Aux Houillères du Bassin de Lorraine, Monsieur BIEAU, Directeur des travaux du fond prodigua son appui constant aux études entreprises ces dernières années. Elles n'auraient pu être réalisées sans le travail de Monsieur MAGRON, Ingénieur au Service GEOC et de l'équipe de techniciens Messieurs BECKER,

LANGARD et en particulier Monsieur GERARDIN qui réalisa la plus grande partie des relevés de fracturation.

Il m'est particulièrement difficile de remercier mes collègues du Laboratoire de Mécanique des Terrains et du Groupe Terrain du CERCHAR, car une recherche est oeuvre collective et ce travail est aussi le leur. Messieurs PITSILIS, SEAM et LEONTIDIS étudièrent avec moi l'exploitation par taille. Il ne suffit pas d'évoquer leurs résultats comme je le ferai ci-dessous pour expliciter l'apport de leur travail et de leur amitié.

De la même manière, mes remerciements vont à Monsieur SCHWARTZMANN, Ingénieur au CERCHAR ainsi qu'à Messieurs ERVEL et PIGNON qui participèrent à la mise en oeuvre des campagnes de mesure aux HBNPC et aux ingénieurs et techniciens du Groupe Terrain du CERCHAR à Verneuil en particulier Messieurs DUBART, POIROT, KREMER et KOWALSKY.

La contribution de Messieurs DEJEAN et RAFFOUX avec qui je travaille depuis 7 ans a été extrêmement importante. Je ne dirai ici que l'intérêt que j'ai trouvé à travailler avec eux et le soutien qu'ils m'ont apporté en toutes occasions.

Mes remerciements vont également à Madame BILLIG qui m'aida dans la mise au point des programmes de dépouillement et à l'ensemble de l'équipe technique du laboratoire Mademoiselle DUMONT, Mesdames MILONET, RICCIARELLI et SCHENCK qui assurent avec entrain la vie matérielle du Laboratoire et en particulier la réalisation de ce document.

PLAN

	<u>Pages</u>
Présentation de la recherche	1
Caractéristiques d'une taille	2
Evolution de la recherche	4
Conclusion et perspective	16
La vie d'une taille (commentaire du film)	19
Mécanisme de dégradation	22
Facteur du comportement	26
Le soutènement	28
Choix et réglage du soutènement	31
Méthode d'étude des longues tailles (annexe 1) ..	36
Description des cas expérimentaux (Annexe 2) ...	45
Bibliographie des études de Mécanique des Terrains en taille dans les Charbonnages Français	52
Références Bibliographiques étrangères	55
Liste des publications	62

Le dossier de soutenance se compose :

- du film "La vie d'une taille"
- du document de présentation
- des publications J1 à J8 ci-jointes

On trouvera dans le document de présentation :

- une introduction présentant l'évolution de la recherche
- le commentaire du film avec en regard du texte, les illustrations extraites des publications
- une annexe présentant la méthode de mesure
- une annexe donnant les caractéristiques des cas expérimentaux
- une bibliographie française et étrangère.

-O-O-O-O-O-O-O-

CONTROLE DES TERRAINS

DANS

L'EXPLOITATION PAR TAILLE

L'exploitation par taille des gisements sédimentaires est une méthode très généralement employée du fait de ses avantages, en particulier taux de défruitement élevé, concentration et mécanisation (J8) ⁽¹⁾. Elle connaît même depuis plusieurs années un nouveau développement au détriment des chambres et piliers. Dans les charbonnages européens, la quasi totalité de la production provient des longues tailles.

Avec le développement de la mécanisation, la productivité de ce type de chantier a fortement augmenté, mais la dispersion des résultats d'exploitation est importante. Le comportement des épontes, le toit en particulier, sous l'effet de l'exploitation doit être tel qu'il ne perturbe pas l'avancement du chantier et qu'il y règnent de bonnes conditions de sécurité ; c'est cette notion toute relative que l'on pourrait appeler "le contrôle des terrains".

Avec la concentration de l'exploitation et la mécanisation qui suppose des investissements importants, le contrôle des terrains est devenu primordial au cours des dernières années. De nombreuses études furent donc lancées avec l'attention constante des exploitants, afin de connaître le mécanisme de dégradation des terrains soumis à l'exploitation et de maîtriser les facteurs de leur comportement.

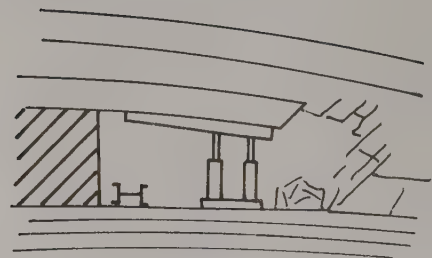
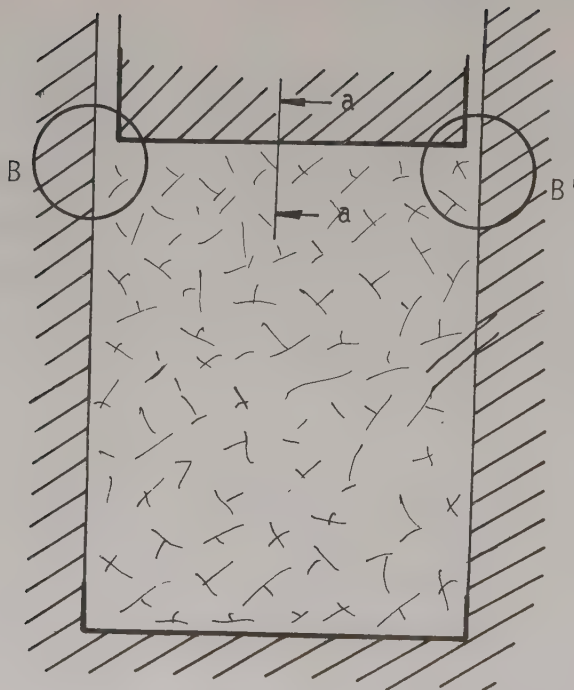
Le présent document est une synthèse partielle et orientée vers l'application, des travaux entrepris depuis 1966, dans les Charbonnages de France, avec l'aide de la CECA. Une telle synthèse a été rendue possible par l'utilisation d'une méthode de mesure dont l'esprit est resté constant au cours de ces 8 années, la compatibilité des dispositifs expérimentaux

(1) Les références entre parenthèse renvoient soit :

- à la bibliographie des études françaises références F-
- aux publications étrangères références E-
- aux publications présentées à l'appui de ce document références J-

FIG 1

DEFORMATIONS PLANES ET EFFET DE BORD



Coupe aa

ayant été conservée lors des modifications effectuées tant dans la définition des relevés que dans le dépouillement.

Cette synthèse présente un caractère particulier puisqu'elle se concrétise sous la forme d'un film didactique, dont le scénario m'a été confié. Le commentaire de ce film est présenté dans la deuxième partie de ce document.

On trouvera en face de chacune des pages les illustrations et les renvois aux articles qui étayent, pour les charbonnages français, les résultats présentés.

Auparavant, il peut être utile de compléter cette introduction par une présentation succincte :

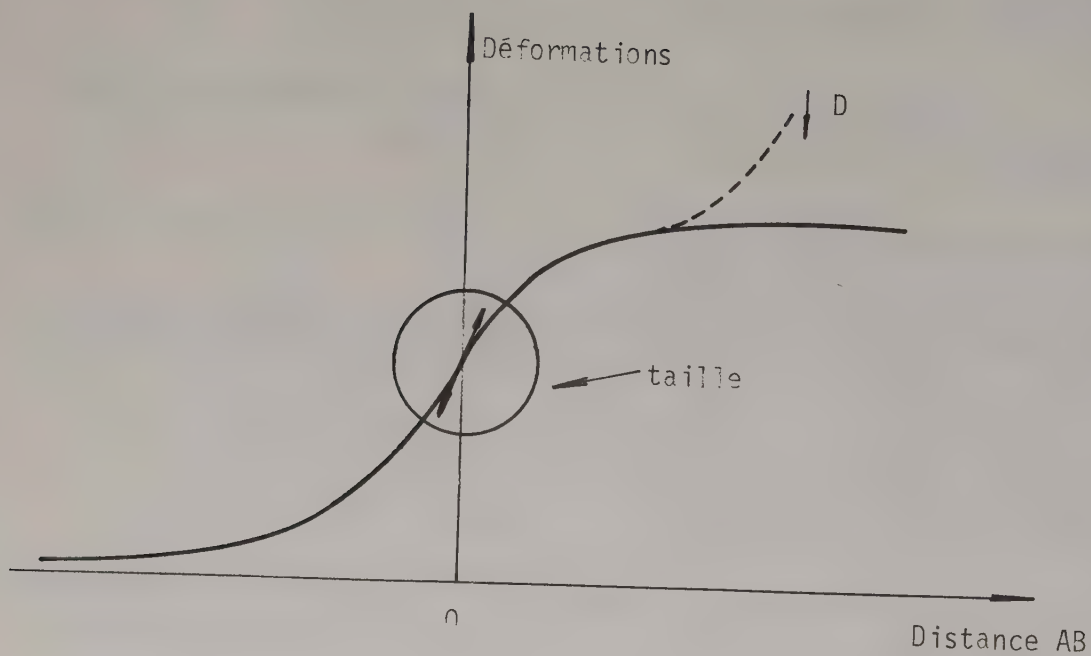
- des caractéristiques d'une exploitation par taille, du point de vue de la mécanique des roches
- de l'évolution des recherches auxquelles j'ai participé.

CARACTERISTIQUES D'UNE TAILLE

La taille est un chantier d'une géométrie particulière ; la longueur du front d'abattage est suffisante pour que, dans la partie courante du chantier, il soit possible de raisonner en déformations planes, dans un plan perpendiculaire aux épontes et au front de taille (figure 1). Les bords de taille constituent de ce point de vue des points singuliers ; l'influence des massifs en place ou des vieux travaux, se fait sentir sur 15 m au moins, les convergences y sont plus faibles et le type de fissuration différent du reste du chantier (J2 page 9).

FIG 2

DEFORMATIONS ENGENDREES EN A PAR UNE CAUSE B



La taille est un chantier d'abattage, c'est-à-dire que, contrairement aux galeries ou tunnels où il est possible de suivre l'évolution des déformations en dehors d'influence extérieure, nous nous trouvons ici toujours à proximité de l'endroit où est créée la perturbation de l'équilibre des terrains. On sait par exemple que les déformations engendrées en un point A par une cause B augmentent avec une vitesse accélérée lorsque B se rapproche de A, puis après une vitesse de déformations maximum atteinte lorsque la distance AB est minimum, les effets se calment (figure 2), une réaccélération des déformations signifiant alors un changement d'état du milieu entourant A et un danger de destruction.

En taille, le chantier est en permanence à proximité du front d'abattage, les effets observés évoluent donc rapidement et avec une grande amplitude ; c'est ainsi que les déformations du toit atteignent en quelques heures plusieurs centimètres.

Dans ces conditions, il est facilement concevable que de telles amplitudes ne peuvent être atteintes sans une fissuration des roches encaissantes. La fissuration des roches a une importance primordiale dans la stabilité de tout ouvrage. Dans les tailles s'ajoute à cette fissuration naturelle une fissuration d'exploitation. Le contrôle des terrains est en fait le contrôle de la formation de cette fissuration puis de son évolution sur la partie ouverte du chantier.

Deux aspects complètent cette description : d'abord le caractère temporaire du chantier. Il ne saurait être question de rechercher la stabilité à long terme d'une telle excavation ; il suffit de retarder, en particulier grâce à l'emploi d'un soutènement, l'évolution de la fissuration jusqu'au passage dans les vieux travaux. Ceci attire l'attention sur

une dernière particularité, l'interaction permanente entre l'exploitation et les épontes. Il faut se garder d'étudier le comportement d'un toit sans tenir compte du traitement qu'il subit et, de même, de juger d'une méthode d'exploitation sans la replacer dans ses conditions d'emploi.

EVOLUTION DE LA RECHERCHE

a) Cadre général

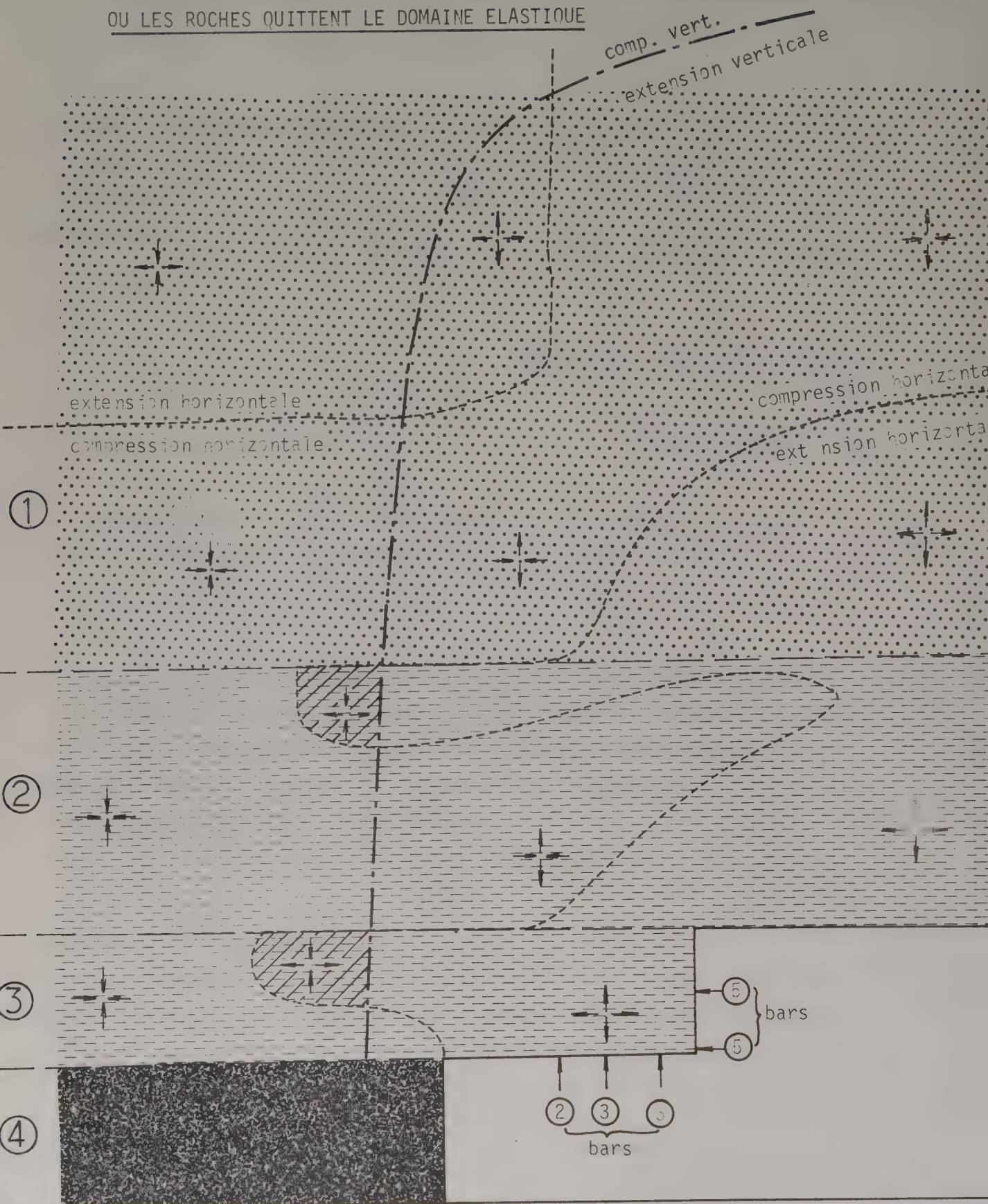
Les caractéristiques d'une taille donnent parmi les différentes méthodes d'études une place privilégiée aux mesures in situ. Les calculs, bien que facilités par les conditions de déformations planes, sont d'un intérêt limité car les lois de comportement des roches fracturées sont insuffisamment connues. Le résultat d'un calcul mené par la méthode des différences finies pour des bancs différenciés ayant un comportement élastique et pouvant glisser l'un sur l'autre est donné sur la figure 3. Il permet de dire que dans le premier toit juste en avant du front, les roches ont déjà quitté le domaine élastique. A fortiori, au-dessus de la taille les terrains sont fissurés.

De tels calculs permettent de déterminer globalement les effets d'une taille sur les terrains environnants, mais l'approximation est d'autant plus mauvaise que l'on se rapproche du chantier ; pour l'étude du chantier lui-même, ils sont très loin de la réalité.

Les essais au Laboratoire, si ils restent indispensables pour définir les caractéristiques des roches formant les épontes ne peuvent permettre de déduire le comportement

FIG 3

REPARTITION DES VARIATIONS DE CONTRAINTES AU TOIT D'UNE TAILLE DANS UN MODELE ELASTIQUE AVEC GLISSEMENT ENTRE BANC. MISE EN EVIDENCE EN AVANT DU FRONT DE ZONES A FORTES CONTRAINTES DE COMPRESSION VERTICALE ET D'EXTENSION HORIZONTALE OU LES ROCHES QUITTENT LE DOMAINE ELASTIQUE



Bancs	nature	E : kg/mm ²	ν	ϵ
1	grès	$2 \cdot 10^3$	0,10	-
2	schiste	$0,9 \cdot 10^3$	0,15	0,6
3	schiste	$0,9 \cdot 10^3$	0,15	0,3
4	charbon	$0,25 \cdot 10^3$	0,20	0,2

des terrains car les caractéristiques globales des terrains fracturés sont très éloignées de celles des roches qui les composent. Les modèles analogiques en matériaux équivalents peuvent apporter de précieux renseignements d'ordre qualitatif sur la mécanique des terrains et les essais sur maquettes, en particulier ceux effectués au Steinkohlenbergbauverein, (E1 à 4) furent à l'origine d'idées fructueuses. Mais la confrontation expérimentale reste toujours indispensable et nécessite la mise en place de mesures in situ.

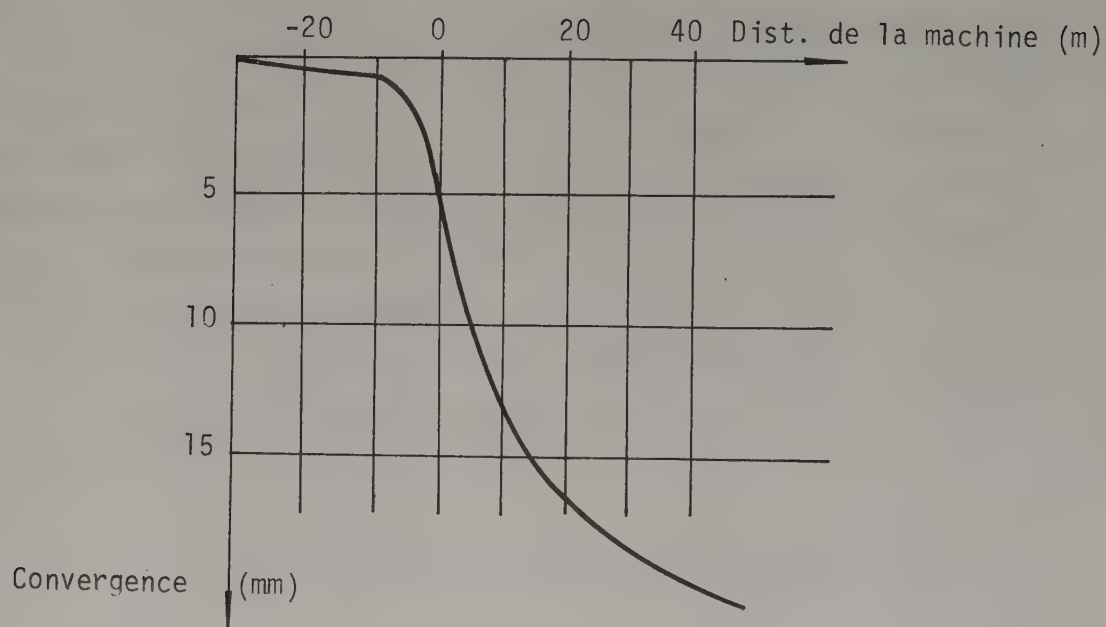
b) Convergence et méthode statistique

B. SCHWARTZ fonda avant 1958 la méthode expérimentale in situ dans les charbonnages français pour les différents types de chantiers, en particulier les tailles auxquelles nous nous limitons. Cette orientation des recherches n'aurait certainement pas eu le développement qu'elle a connu si elle ne s'était appuyée sur une mesure simple, reproductible et représentative : la convergence des épontes (F5). En effet, les difficultés de l'étude des contraintes tant au niveau de la mise en oeuvre que de l'interprétation conduisaient les "pressions de terrains" à une impasse expérimentale. En particulier, les mesures très nombreuses des charges prises par le soutènement en taille permettaient de juger en premier lieu du comportement du soutènement et non de celui des épontes (F2).

Parallèlement, il convenait de développer une méthode expérimentale adaptée aux problèmes miniers dans lesquels influent une multitude de facteurs du comportement : c'est ce qu'il est possible d'appeler en fonction de la technique qui la fonde "la méthode statistique". En ce qui concerne les tailles, la multiplication des mesures dans l'ensemble des

FIG 4

EVOLUTION DES CONVERGENCES D'APRES SCHWARTZ



Houillères (F1 à 7) a permis à l'époque de :

- préciser l'évolution de la convergence des épointes au cours du temps (figure 4). Les formes des courbes obtenues pour les différentes méthodes d'abattage (haveuse, rabot, marteau piqueur) incitent à lier les mesures avec le cycle de travail en taille.
- montrer l'influence sur le rapprochement des épointes de l'avancement du chantier, de l'ouverture exploitée et du traitement de l'arrière-taille.

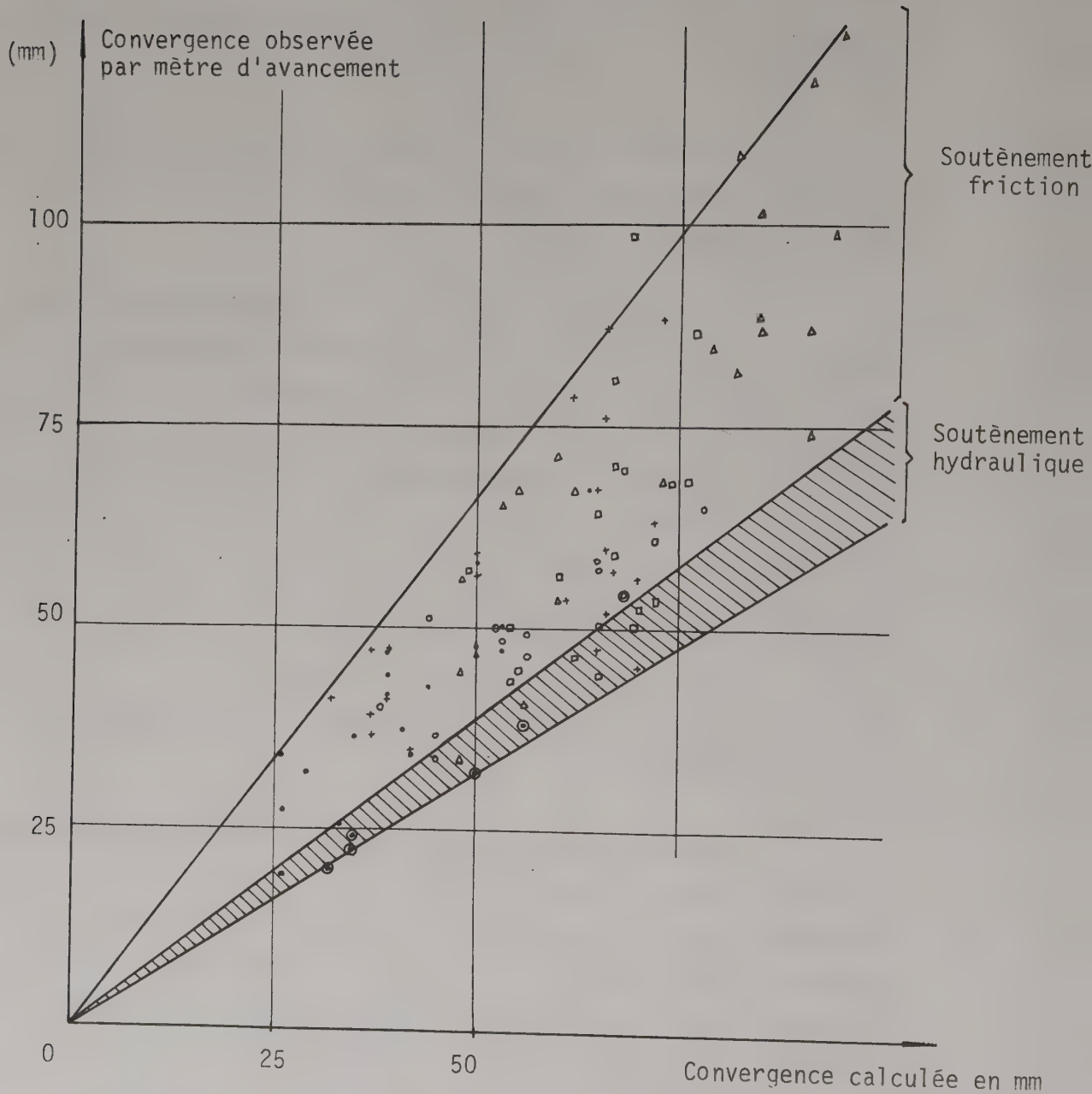
Il appartenait ensuite à C. CHAMBON (F9), qui continua cette recherche, de tirer tous les enseignements des études de déformations des épointes par les convergences. Il s'agissait d'abord de préciser le paramètre d'étude : la convergence de cycle. En effet, le rapprochement des épointes étant lié aux travaux en taille, "l'unité qui devait s'imposer à l'esprit n'est pas le jour mais le cycle. Qu'il y en ait un, ou plusieurs par jour, un cycle comprend toujours :

- l'abattage pour avancer le front
- le foudroyage et le boisage pour avancer d'autant le soutènement".

Les facteurs principaux qui fixent l'importance des déformations des épointes sont explicités par l'introduction de modèles qualitatifs déduits de lois empiriques. Les modèles purement théoriques utilisés précédemment pouvaient être partagés en deux types correspondants aux états limites pour lesquels le développement des calculs est réalisable : le modèle élastique (poutre du toit) et le modèle pulvérulent (voûte de FAYOL). Les lois empiriques issues de la mesure des convergences dans un très grand nombre de chantiers ont montré que

FIG 5

LIAISON ENTRE CONVERGENCES OBSERVEE ET CALCULEE
PAR LA FORMULE : $200 (qW)^{3/4} H^{-1/4}$



la réalité procède à la fois de ces deux aspects. D'une part, la continuité des terrains au-dessus de l'exploitation est démontrée par la liaison entre les convergences en taille et l'affaissement final des terrains au-dessus des vieux travaux. D'autre part, les phénomènes observés mettent en évidence la présence de ruptures parallèles à la stratification (feuilletage des bancs, influence de la profondeur) et perpendiculaires à elle (périodicité des convergences).

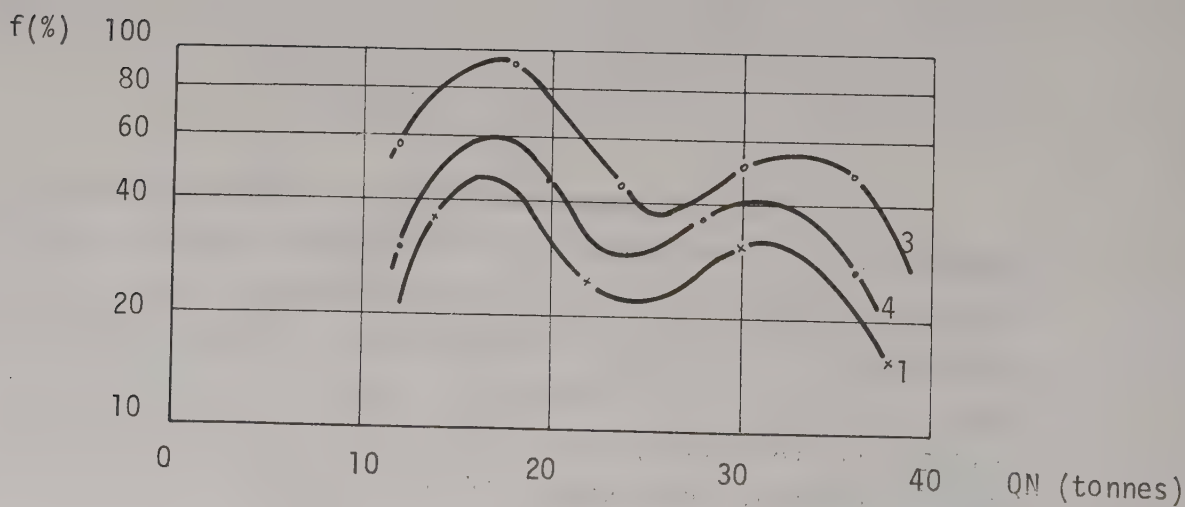
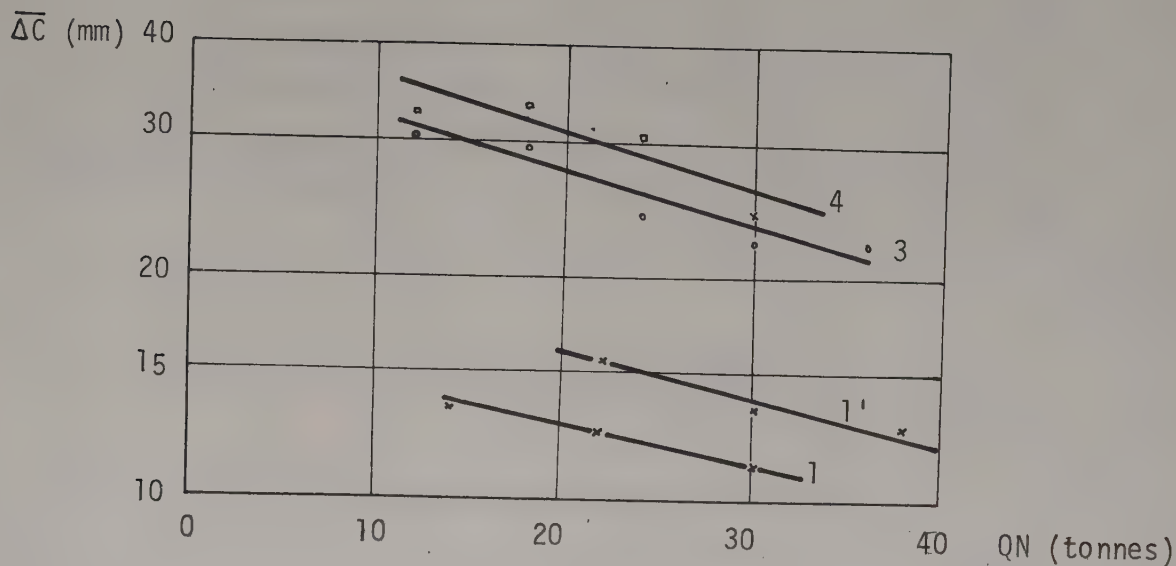
c) Mesure de la dégradation du toit

Dès 1965 l'influence des principaux facteurs naturels ou d'exploitation sur les convergences dans les tailles est connue (F8). Des prévisions de convergences peuvent être faites à partir des données géométriques du chantier (figure 5). Mais ces recherches sur les déformations, mettant en évidence des phénomènes de rupture, demandaient à être complétées par l'étude directe de la dégradation du toit. Parallèlement, il était nécessaire de disposer de critères plus directement liés à la marche de l'exploitation pour approfondir l'étude de facteurs d'exploitation tels que le soutènement.

L'état de dégradation d'un toit est un phénomène complexe qu'il est difficile de résumer par une mesure quantitative. Le problème de la caractérisation avait été un des axes principaux de recherche des équipes du Steinkohlenbergbauverein, sous la direction du Docteur O. JACOBI (E1 et 2, E5 à 9). Le relevé statistique qu'ils utilisaient, inspira largement la méthode définie par HORTET (F13). De plus, HORTET concentra dans une même section de mesure la caractérisation du toit et les mesures de convergences auxquelles il adjoint des mesures sur

FIG 6

INFLUENCE DE LA CHARGE DE COULISSEMENT NOMINALE D'ETANCONS
HYDRAULIQUES INDIVIDUELS (d'après les campagnes 1, 3 et 4)



le soutènement. Dans son principe, la méthode d'étude actuelle (décrite à l'annexe 1) était créée.

Le premier objectif assigné à la méthode fut la recherche de l'influence du soutènement, en particulier du réglage (charge de pose et charge de coulisement) des étançons hydrauliques individuels.

Cinq campagnes très importantes furent entreprises sur ce thème (campagnes 1 à 5) ⁽¹⁾. Chacune de ces campagnes a consisté à suivre une même taille pendant plusieurs mois ; le long du front de taille les différentes modalités du soutènement étaient essayées et suivies par des sections de mesure (6 à 9 sections simultanées).

Cet effort expérimental a permis de montrer qu'il est possible d'agir sur le comportement du toit par l'intermédiaire du soutènement (J1) : l'augmentation de la portance se traduit par une diminution des convergences et cette diminution est d'autant plus importante que la convergence est grande (figure 6) En ce qui concerne les paramètres d'état du toit, l'influence est également prouvée, mais la forme complexe de l'influence ne peut être expliquée sur les paramètres globaux de la méthode statistique. Une orientation complémentaire de recherche devra être lancée pour s'attacher au mécanisme de dégradation. De plus, plusieurs facteurs ont été décelés en particulier ceux liés à la nature des épontes et à l'organisation de l'exploitation (architecture de boisage, mise en place). L'ensemble de ces éléments amena une évolution de la méthode expérimentale.

(1) Les numéros des campagnes renvoient à l'annexe 2 où sont rassemblées les caractéristiques des chantiers expérimentaux.

d) Diversification des études

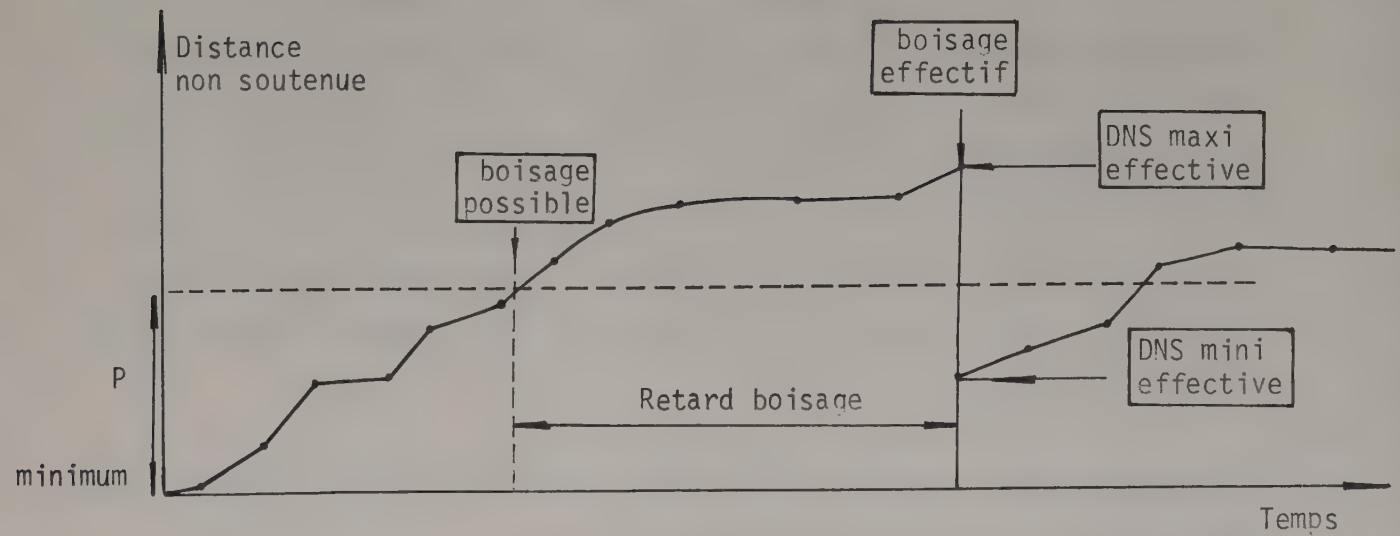
Les nécessités de la recherche imposaient alors des évolutions diverses et sur certains points contradictoires. C'est ainsi que la prise en compte du facteur "nature des épontes" demandait la multiplication des cas expérimentaux dans des conditions géologiques diverses ; par contre, pour découvrir le mécanisme de dégradation d'un toit, il fallait s'attacher à des observations fines concentrées dans un même chantier. C'est pourquoi se produisit une diversification des études :

1) L'étude approfondie d'une veine par des observations plus précises de l'état de dégradation du toit et l'introduction de mesures à l'intérieur des terrains : capsules pressiométriques en avant du front, détection de la fracturation dans les bancs, expansion des bancs du toit. Deux études de ce type furent entreprises, aux HBL l'investigation de la Veine SCHWALBACH effectuée pendant deux ans par PITSILIS (F14 à 16) et aux HBNPC en veine Victor (F17). Au cours de chacune de ces campagnes, des sections de mesure furent implantées où furent effectuées les mesures habituelles. Ceci présente l'intérêt de permettre de comparer les études approfondies aux autres cas expérimentaux en les situant par rapport à ceux-ci, mais également de faciliter l'interprétation des mesures habituelles par les explications tirées des observations directes concernant les mêmes chantiers.

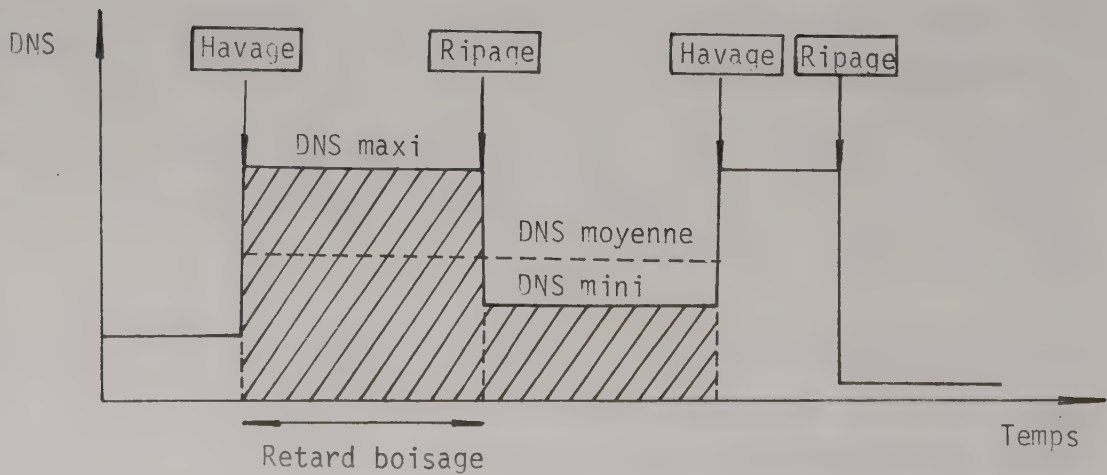
2) L'expérimentation sur l'influence des facteurs du comportement à l'aide de la méthode statistique employée à partir de plans d'expérience plus légers mais en multipliant les veines étudiées de façon à faire varier les conditions géologiques. C'est ce dernier type d'expérimentations que nous avons particulièrement contribué à mettre au point.

FIG 7

MESURES D'ORGANISATION DE LA TAILLE



- Abattage par rabot -



- Abattage par haveuse -

La méthode de mesure s'enrichit, d'une part, des enseignements des études particulières du mécanisme, en particulier avec l'introduction de relevés plus précis de l'état du toit.

D'autre part pour permettre l'étude de nouveaux facteurs liés à l'organisation du chantier tels que distance non soutenue à front ou retard du soutènement sur l'abattage, de nouvelles mesures furent définies permettant de connaître l'évolution au cours du temps de la position du soutènement (figure 7).

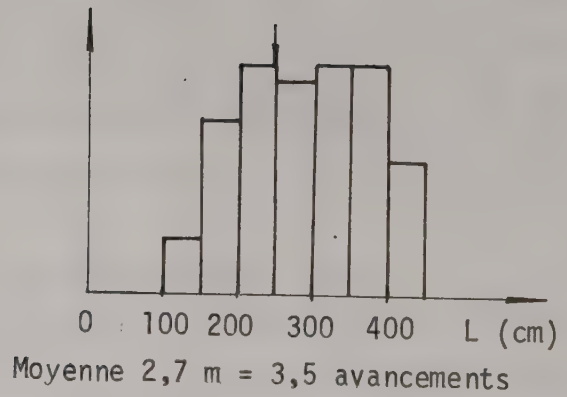
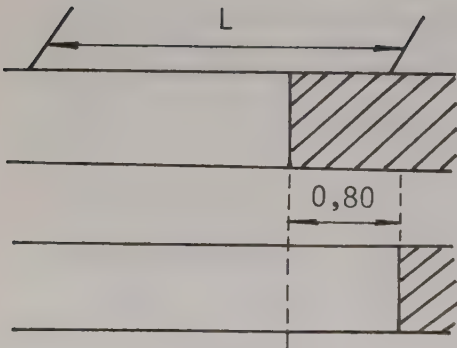
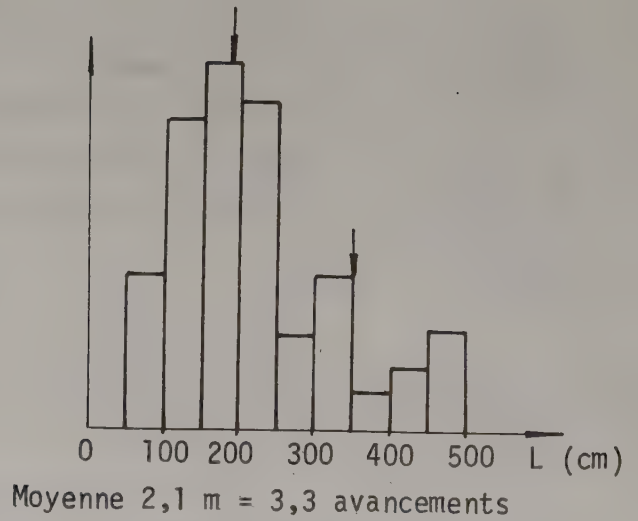
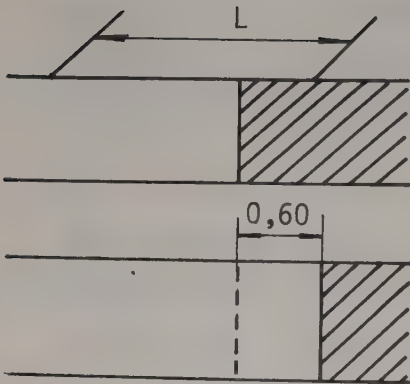
Enfin, l'introduction du soutènement marchant et l'importance particulière attachée à ce type de soutènement devaient se répercuter sur la méthode de mesure. En effet, ce soutènement impose au toit un traitement particulier, car à chaque ripage la largeur totale de la taille est desserrée ; quelques stations de mesure de convergence suivies en continue ont confirmé pour nos chantiers, l'influence de ce phénomène qui avait été mis en évidence en Allemagne et en Belgique (E10 à 19). C'est pourquoi, il est apparu nécessaire de ne plus se contenter de mesures globales sur l'ensemble du cycle de la taille, mais de multiplier les mesures au cours du cycle de façon à isoler l'influence particulière des travaux effectués et en particulier celle du ripage du soutènement marchant.

Nous n'avons pas en effet abandonné les mesures de déformations malgré l'introduction des mesures de décohésion des terrains ; en effet, il importait de rechercher le mécanisme qui lie la décohésion d'un terrain à l'importance et à la dispersion de ses déformations. De plus, les mesures de déformations, plus précises, se prêtent mieux à l'établissement de lois empiriques permettant des prévisions de comportement (J3).

FIG 8

INFLUENCE DU PAS D'AVANCEMENT DE L'EXPLOITATION SUR LA
DENSITE DE FRACTURATION

CAS DE 2 PAS OBSERVE DANS LA MEME TAILLE (Campagne 18)
d'après SEAM référence F 19



Les campagnes effectuées dans cette phase de la recherche (campagnes 11 à 19) portèrent sur le réglage de la charge de pose du soutènement marchant et sur l'architecture du soutènement individuel ainsi que sur le contact avec les épontes. Une mention particulière doit être faite au travail de SEAM (F19) sur l'influence du pas d'avancement de l'exploitation. En prouvant que l'apparition d'un certain type de fractures et de déformations plus importantes du toit sont influencées par le pas de l'exploitation, il jettait un nouvel éclairage sur la liaison entre comportement du toit et traitement imposé par l'exploitation (figure 8).

Notre synthèse des résultats (J2) permettait d'indiquer aux exploitants quels sont les facteurs prépondérants à chaque stade de l'exploitation :

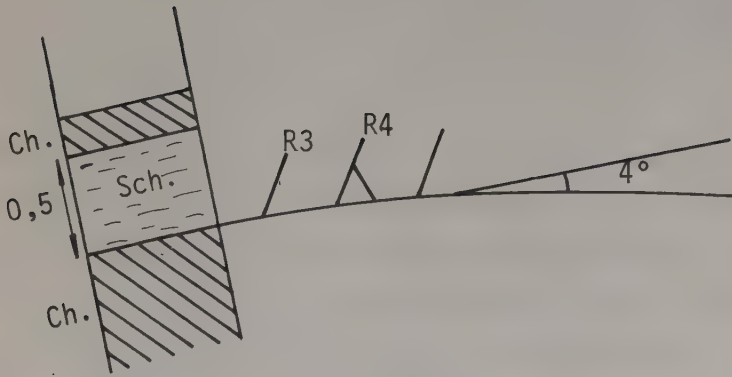
- découpage du panneau
- choix du soutènement
- conduite de l'exploitation.

c) Unification de la méthode, diversification des champs expérimentaux

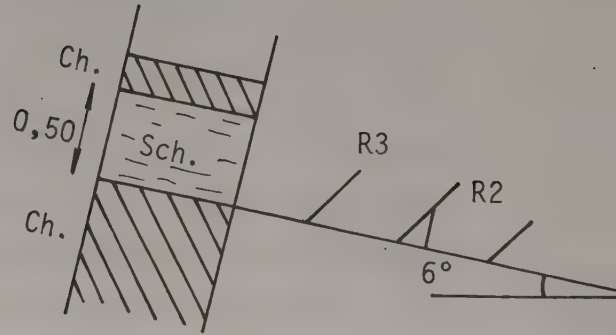
A ce moment, notre méthode expérimentale était fixée, sa description est faite à l'annexe 2. Elle fut mise au service des exploitants lorsqu'ils avaient besoin de compléter leurs connaissances d'un certain chantier ou d'introduire un nouveau soutènement. Parallèlement, nous avons cherché à compléter notre champs expérimental. Il s'agissait d'envisager, dans la mesure du possible, toutes les combinaisons des principaux facteurs d'exploitation et des différents types de toit :

FIG 9

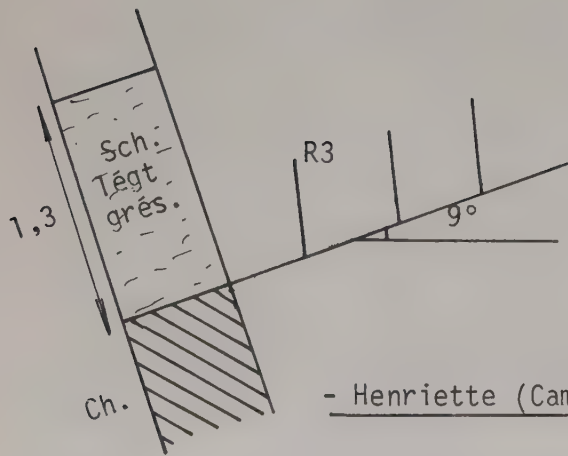
TYPE DE FRACTURATION SELON LE PENDAGE
ET L'ÉPAISSEUR DU 1er BANC



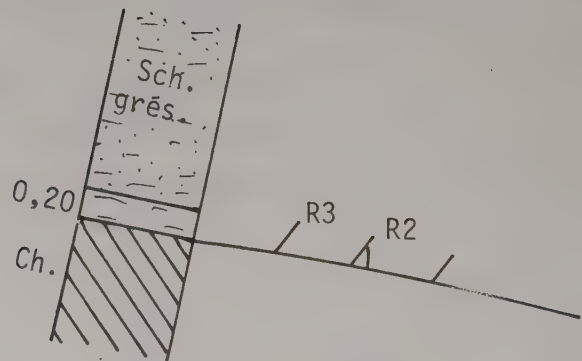
- Emilie (Campagne 21)



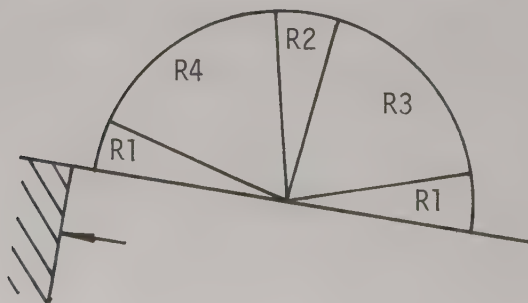
- Emilie (Campagne 22)



- Henriette (Campagne 29)



- Henriette (Campagne 27)



- Typologie des fractures selon leur orientation -

- . traitement de l'arrière-taille : les études depuis 1960 avaient toujours concerné des tailles foudroyées car le remblayage, du fait de son coût, n'était utilisé que dans des cas particuliers, par exemple pour limiter les affaissements de surface. Le cas du remblayage pneumatique fut abordé dans 5 campagnes (78, 81, 79, 86, 91) avec différents types de soutènements (friction, hydraulique, marchant) et des épontes de qualités très diverses. Le remblayage hydraulique n'est employé en France que dans le cas de veines pentées exploitées par taille montante. Ce type de chantier fit l'objet d'une recherche particulière.

Nouveau type de soutènement : un regain d'intérêt a été marqué récemment chez les constructeurs et les exploitants pour un type de soutènement développé d'abord en URSS puis en France : le soutènement marchant bouclier. De nombreuses observations de son comportement ont été entreprises en particulier en RFA (E20 à 27). Deux études ont été entreprises en France dans des conditions de toit très différentes : toit très fragile (campagne 31) et toit épais résistant (campagne 49).

- . Orientation de l'exploitation par rapport au pendage : ce facteur a fait l'objet de deux expérimentations (campagnes 21 et 22 puis 27 et 29) où fut observé le comportement du toit dans deux tailles de la même veine équipées du même soutènement, mais d'orientation différente par rapport au pendage.
- . Epontes particulières : certaines campagnes concernèrent le comportement d'épontes particulières traitées avec du soutènement classique pour lesquelles, dans la plupart des cas, des difficultés d'exploitation avaient été rencontrées : discontinuités stratigraphiques au toit (campagne 23),

daisne très fragile (campagne 25), comparaison de différents types de soutènement dans la même veine (campagnes 24, 26, 28, 30 et campagnes 92, 80).

Enfin, sans vouloir m'étendre sur des cas qui n'ont pas fait l'objet de mon expérimentation personnelle, je voudrais souligner l'intérêt de deux études effectuées au laboratoire concernant deux types d'exploitations très particuliers.

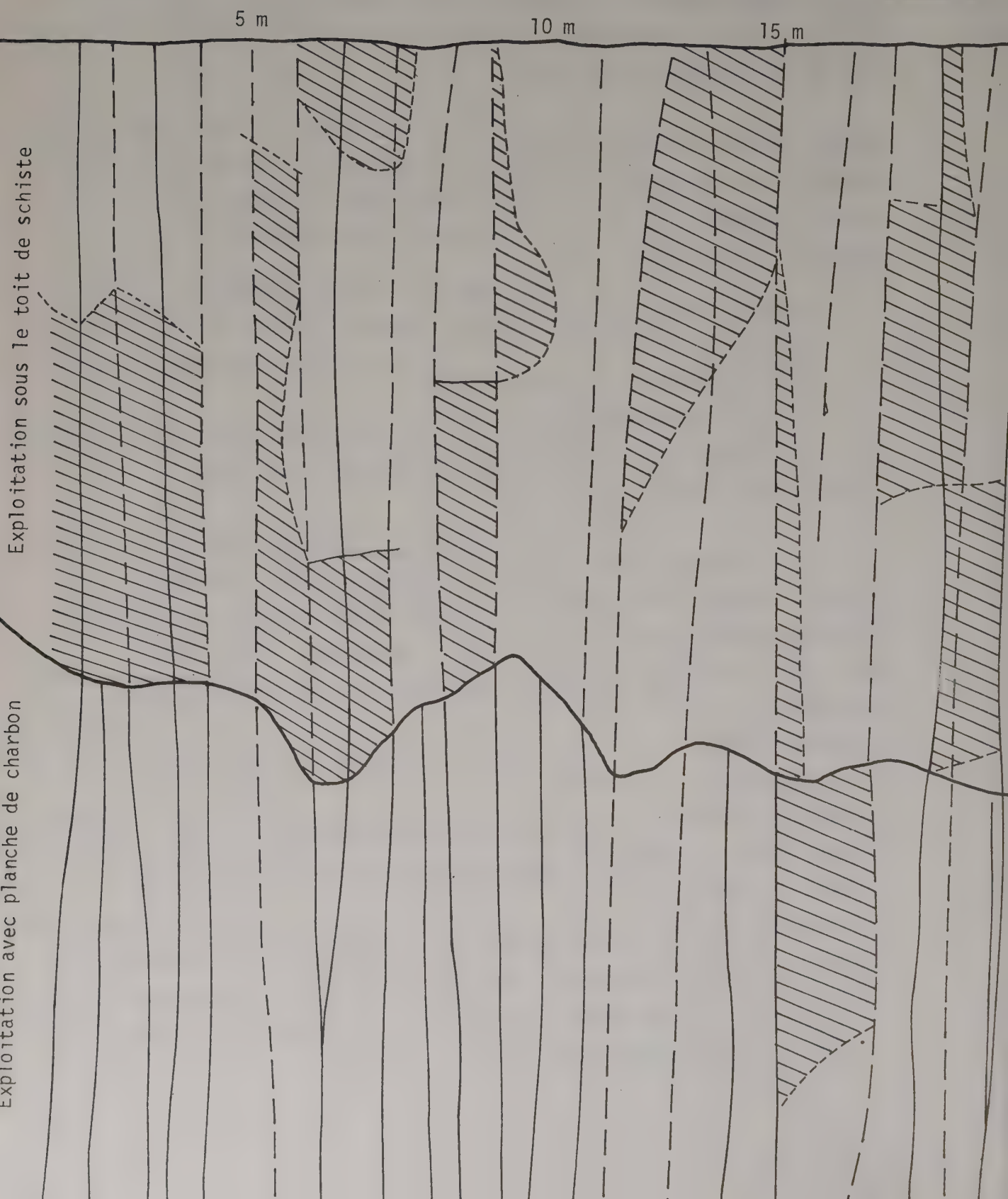
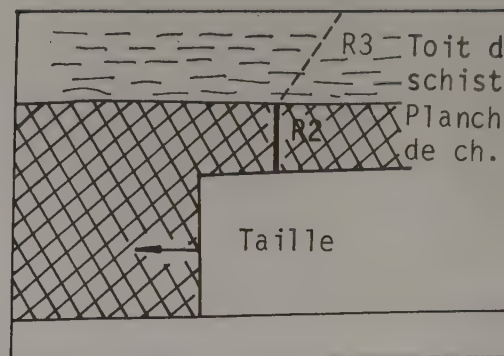
- les gisements semi pentés (30 à 40°) exploités en taille montante remblayée hydrauliquement (camp. 94, 93, 90, 89 à 87, 85 à 82)
- les gisements de couches épaisses exploitées par soutirage (campagnes 46, 47, 48).

(Voir pour une présentation rapide J8 et pour les résultats détaillés LEONTIDIS F20 et PIGUET thèse à paraître).

C'est à partir de l'expérimentation dans les couches minces (≤ 2 m) en plateures foudroyées qu'ont été établis les mécanismes de dégradation autour du front. Il est remarquable que l'on retrouve qualitativement, dans des conditions aussi éloignées, le même processus d'évolution des terrains entourant l'exploitation :

- une zone de déformations avec augmentation des contraintes et faible mouvement
- une zone de déplacement où les contraintes chutent rapidement car le charbon ayant changé d'état cède devant les sollicitations et flue
- une zone de dégradation où les premiers bancs du toit ont aussi changé d'état. De même, ces expérimentations confirment les lois empiriques établies comme l'influence prépondérante sur les effets observés en taille du vide créé par l'exploitation.

ORIENTATION DE LA FISSURATION SELON LA NATURE
DU PREMIER BANC DU TOIT. Cas de 1a veine 2x
H.B.L. (Campagne 86)



L'échantillon expérimental tel qu'il a été ainsi complété au cours de cette dernière phase des recherches ne prétend pas couvrir encore l'ensemble des combinaisons possibles des facteurs d'exploitation dans les différentes conditions naturelles.

Le nombre de cas examinés a cependant paru suffisant pour avancer une hypothèse sur la formation de la fracturation d'exploitation (J4). Il a été possible de distinguer plusieurs types de toits selon leur système de fracturation. Ce dernier dépend d'abord de la "déformabilité transversale" du toit par rapport à celle de la couche (qui est très liée à ses caractéristiques mécaniques). Ce sont ensuite les possibilités d'expansion latérale du toit qui jouent un rôle important. Cette possibilité d'expansion est conditionnée par l'appui dans les vieux travaux donc par le traitement de l'arrière-taille, le degré de stratification du toit qui joue sur le foisonnement des bancs et le sens de progression de l'exploitation par rapport au pendage.

Parallèlement, il a été possible de revenir sur le problème du soutènement qui avait fait l'objet des premières études, d'abord parce que la technologie a évolué très vite : c'est la généralisation de l'emploi du soutènement marchant qui est le problème posé à nos exploitations. D'un premier point de vue, il s'agissait de définir, à côté des critères de coût ou d'entretien, des critères de comportement du soutènement marchant par rapport à son rôle de contrôle du toit, afin qu'ils puissent être utilisés dans la gestion de ce soutènement. A ce niveau, il est important de distinguer les caractéristiques nominales, parmi lesquelles il ne faut pas oublier les contraintes transmises par la pile au toit et au mur et les caractéristiques réelles d'un soutènement dans les conditions d'emploi (J5).

Le fonctionnement réel d'un soutènement est en effet parfois très éloigné de ses caractéristiques théoriques et l'action effectivement exercée sur le toit dépend de la résistance mécanique de celui-ci. Des formules empiriques permettent de prévoir la portance effective en fonction des caractéristiques nominales du soutènement et également la convergence des épontes en fonction de la portance du soutènement (J6). A partir de ces éléments, il est possible de conseiller pour les types de toits définis d'après leur fracturation un soutènement adapté.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats établis au cours de huit années d'expérimentation devait faire l'objet d'une nouvelle synthèse. L'occasion en fut fournie par la réalisation du film "La vie d'une taille". Il convient d'en fixer les limites. L'objectif poursuivi n'est pas de prouver scientifiquement les résultats mais de les présenter didactiquement ; c'est un film pour les exploitants.

Dans cette direction, le but recherché est double :

- faire comprendre le mécanisme d'évolution des terrains
- en tirer des conséquences pour l'action.

En ce qui concerne le premier but, le cinéma ouvre de grandes possibilités pour expliciter des notions difficiles où jouent à la fois le temps et l'espace. Pour faciliter l'exposé, le film ne présente le mécanisme que dans un cas de fracturation ; les autres cas importants sont évoqués rapidement dans la dernière partie à propos du choix du soutènement. Ils sont décrits exhaustivement dans la publication J4. De manière générale, en effet, le film ne cherche pas à justifier les résultats présentés. Ceux-ci sont étayés par les publications dont sont extraites les illustrations placées sur les pages de gauche en face du texte du commentaire écrit qui accompagne le film.

Le film accorde une large place aux problèmes du soutènement. C'est en effet, une question capitale pour l'exploitation des tailles. Comme on a pu s'en apercevoir ci-dessus à la lecture de l'historique, c'est aussi un problème qui

préoccupe les chercheurs depuis toujours. On peut aujourd'hui considérer comme acquis que l'augmentation de la portance du soutènement se traduit par une diminution de la convergence des épontes et que l'influence décroît avec l'augmentation de portance. Au-delà des différences entre les fonctions proposées il est important de noter l'accord sur les formes de l'influence observées par les auteurs européens (E28 à 39 et J1, J6).

Le problème du soutènement n'en est pas pour autant résolu car la dégradation du toit est un phénomène complexe dans lequel intervient le déplacement subi par le toit mais pas lui seul. S'il existe une portance nécessaire à la bonne tenue d'un toit, portance qu'il est souhaitable d'atteindre, ceci n'est pas toujours possible. Le soutènement doit s'adapter aux épontes. Cette idée très ancienne (E40 à 43, E1 et 2 ainsi que F6) a rencontré des difficultés très grandes dans sa mise en oeuvre. Elle demandait en effet une caractérisation des épontes du point de vue de leur participation à la mécanique de la taille.

Les publications J4 et J6 reprises dans le film du point de vue des conséquences pour le soutènement apportent une première réponse à ce sujet, réponse qui reste qualitative puisque c'est au vu d'un certain nombre de critères (lithologie, type de fracturation, convergence, ...) que l'on peut classer un toit. Les progrès futurs demandent qu'une caractérisation plus quantitative des épontes soit effectuée. En ce qui concerne nos exploitations, une méthode de caractérisation existe (J7). Elle est incluse depuis quelques temps dans les campagnes de mesure en taille. Il est permis d'espérer qu'elle permettra de réaliser une réelle typologie des toits de taille à laquelle pourront être reliées les déformations et la fracturation. Ainsi, après les facteurs géométriques du chantier (ouverture, profondeur, configuration d'exploitation) et les

facteurs d'exploitation (pas d'avancement, soutènement, organisation) il sera possible de faire entrer la nature géologique dans les prévisions de comportement.

Enfin, et là encore les problèmes rejoignent ceux de la mécanique des roches en général, les discontinuités naturelles liées au dépôt ou à la tectonique doivent encore faire l'objet de recherches tant au niveau de leur connaissance (prévision) que de leur traitement (renforcement, soutènement approprié). Il n'est d'ailleurs pas étonnant que ce soit ces problèmes fondamentaux de connaissance de la roche qui soient aujourd'hui ceux qu'ils faut résoudre pour assurer la rentabilité et la sécurité des exploitations minières.

LA COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER PRESENTE

LA VIE D'UNE TAILLE

réalisé en collaboration avec

L'institut National des Industries Extractives

Le Steinkohlenbergbauverein

Le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France

Le National Coal Board

d'après les travaux de recherches communautaires financés par le C.E.C.A.

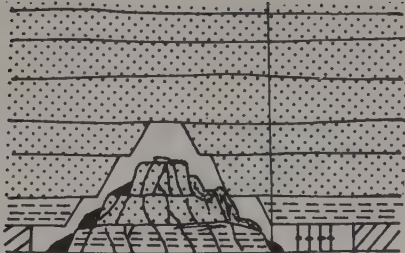
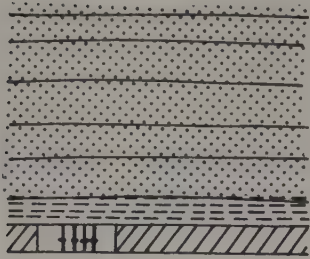
Scénario : JP. JOSIEN

Laboratoire de Mécanique des Terrains
Ecole des Mines de Nancy

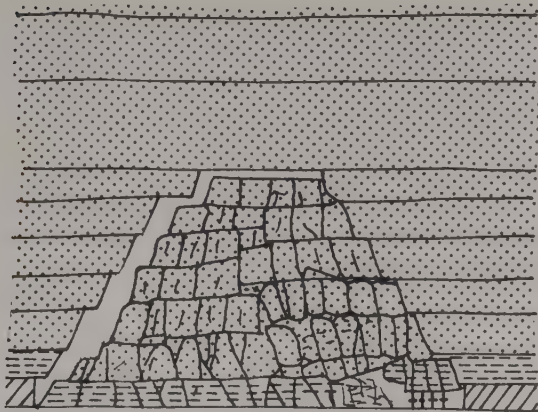
Production : SON ET LUMIERE

Réalisation : ARCADY

LES DEBUTS D'UNE TAILLE - CAS DE SCHWALBACH CAMP. 99
d'après PITSILIS référence F 16

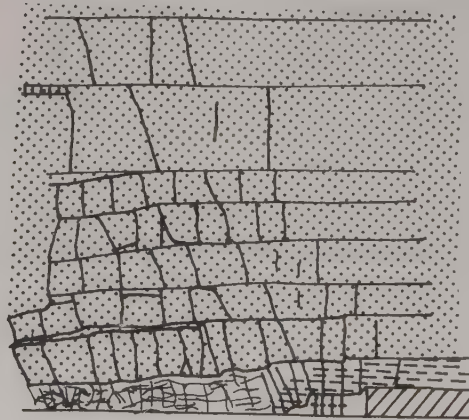


Phase du démarrage

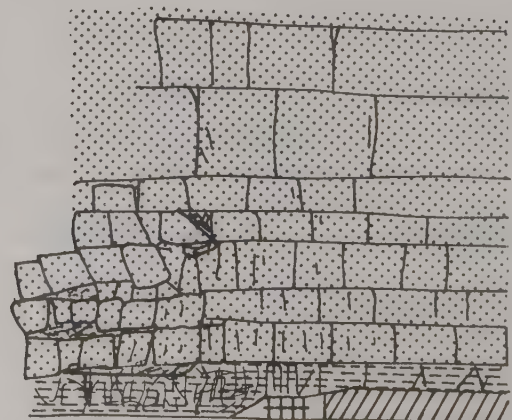


Phase du coup de charge

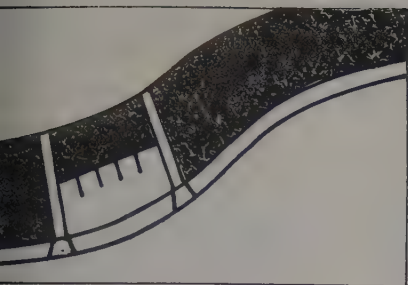
Phase du régime transitoire



Phase du régime permanent

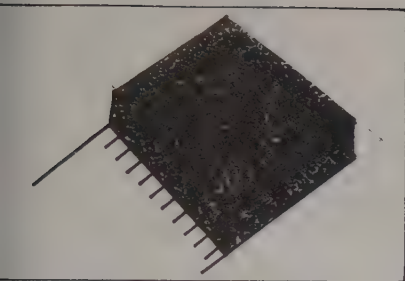


1



Une des grandes méthodes de l'exploitation souterraine du charbon est celle de la longue taille.

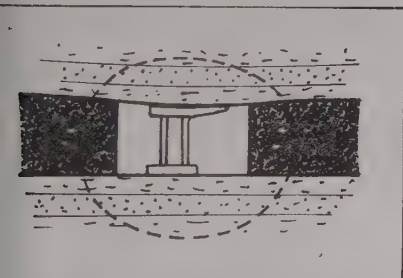
2



L'abattage est effectué sur un front d'une longueur de 100 à 400 mètres qui se déplace sur l'ensemble du panneau à exploiter.

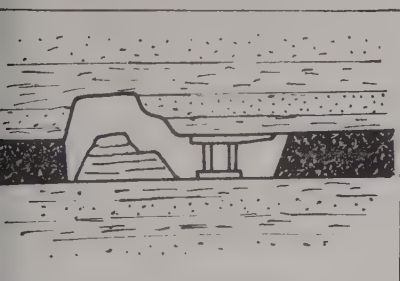
Plaçons nous dans un plan perpendiculaire au front situé suffisamment loin des voies pour être hors de l'influence du massif en place ou des vieux travaux.

3

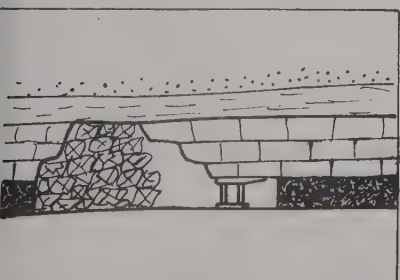


A sa naissance, la taille est une simple voie : le montage de démarrage. Son influence sur les terrains avoisinants est très limitée.

Avec l'avancement du front, le vide exploité et la zone où l'équilibre des terrains est modifié, grandissent.



Les premières ruptures du toit apparaissent dans l'arrière-taille. Il y a diminution des contraintes verticales au-dessus du vide exploité, mais augmentation des contraintes en avant du front.



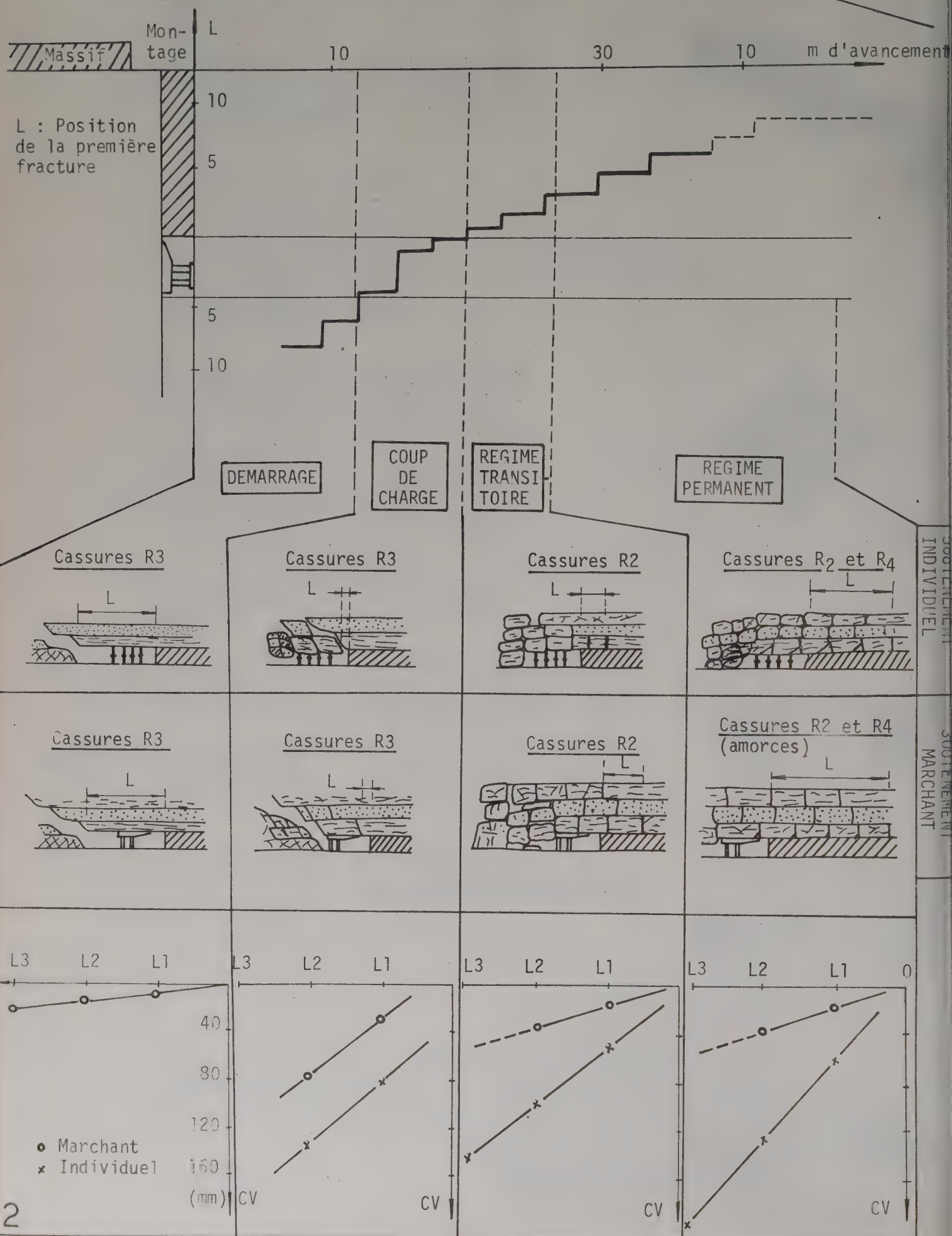
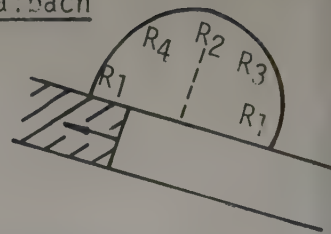
Les déformations gagnent ensuite les terrains situés de plus en plus loin de l'exploitation ; apparaissent des fractures accompagnées de déformations importantes.

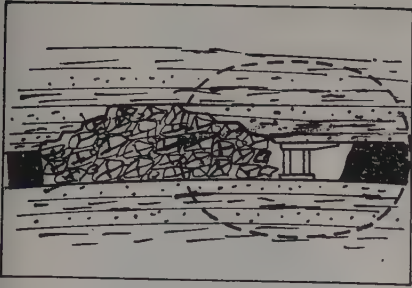
DÉPLACEMENT ET FISSURATION AU DÉMARRAGE D'UNE TAILLE (cas de Schwalbach

Camp. 99) d'après PITSILIS ref.F 16

COMPARAISON ENTRE UN SOUTÈNEMENT INDIVIDUEL (107 T/mf) ET UN

SOUTÈNEMENT MARCHANT A HAUTE PORTANCE (300 T/mf.)





La zone d'influence a atteint en hauteur sa plus grande extension. Dans l'arrière taille les terrains vont évoluer lentement vers un nouvel équilibre.

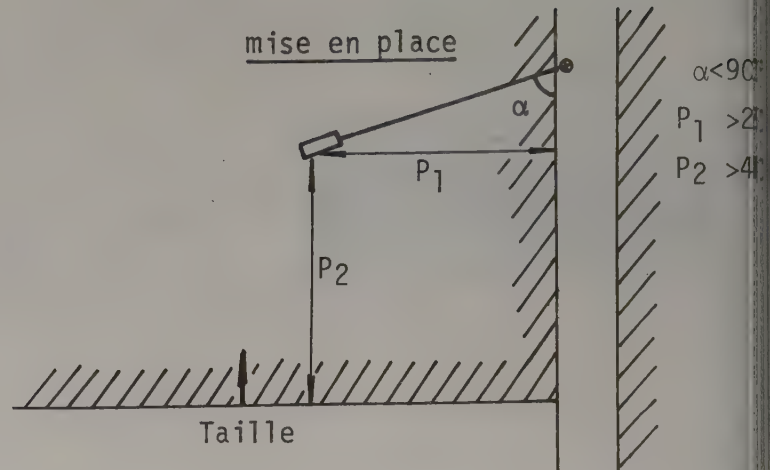
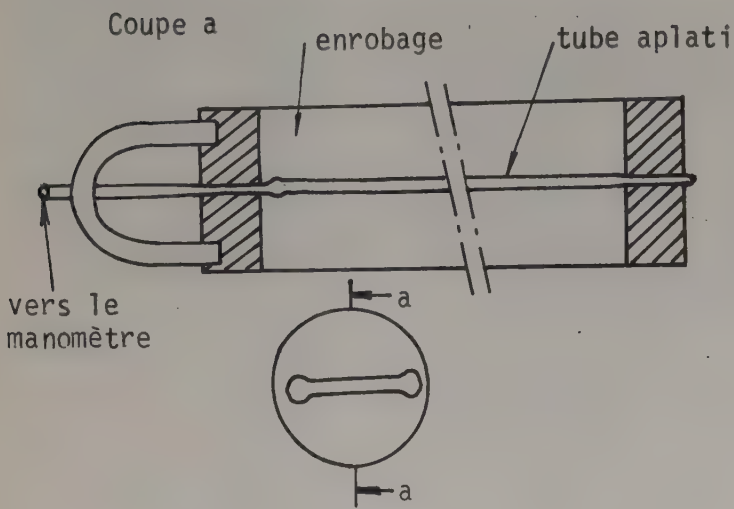
Nous nous intéresserons maintenant à la zone qui influe directement sur le comportement en taille et qui se déplace avec elle.

Pour exploiter dans de bonnes conditions de rentabilité et de sécurité, il faut garder un contrôle suffisant du toit sur la largeur ouverte de la taille pendant un temps relativement bref, quelques heures à quelques jours.

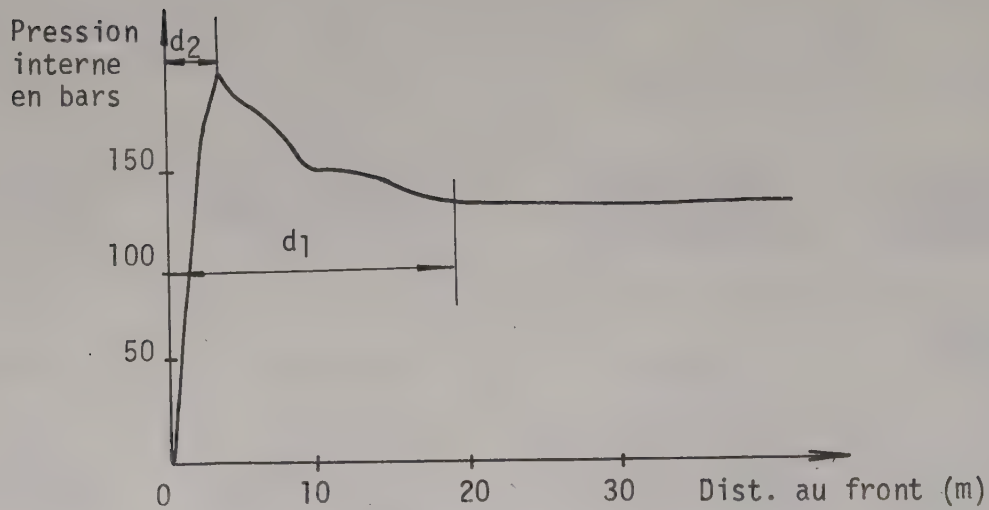
Il s'agit d'éviter que les fractures dues au déplacement des bancs du toit ne conduisent à des décrochements ou à des chutes de blocs.

EVOLUTION DE L'ETAT DE CONTRAINTE EN AVANT DU FRONT

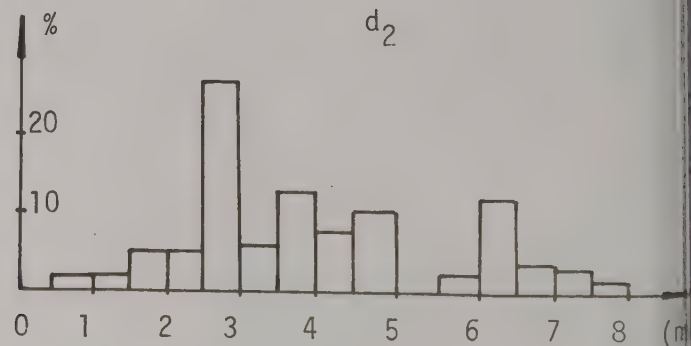
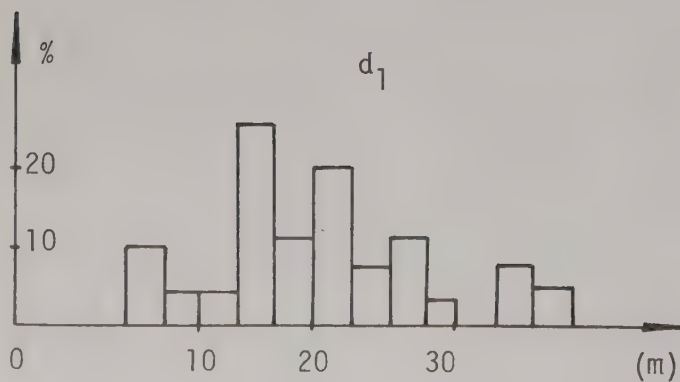
Capsule pressiométrique CERCHAR type B



Exemple de courbe

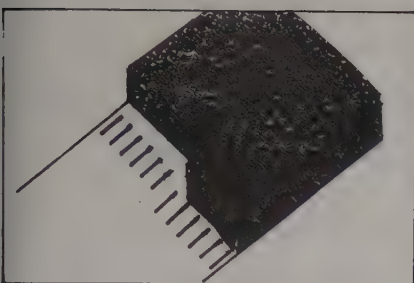


Répartition des valeurs observées en plateure foudroyé



MECANISME DE
DEGRADATION

5

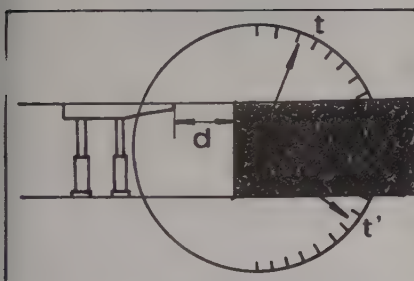


A l'origine des dégradations se trouve l'abattage du charbon. Dans les exploitations mécanisées, les sollicitations se reproduisent à chaque avancement.

En tout point du front, il y a d'abord abattage du charbon sur une certaine profondeur puis avancement du soutènement. La taille se retrouve alors dans les mêmes conditions mais elle a progressé d'une distance égale au pas d'avancement de l'exploitation.

Précisons les paramètres qui fixent le cycle élémentaire du phénomène.

6

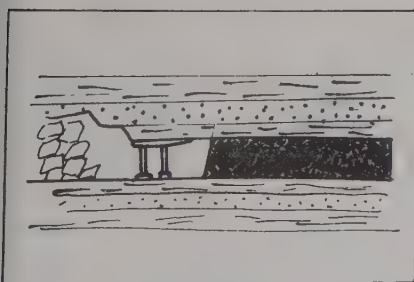


En un point de la taille, le soutènement se trouve au début du cycle à une distance d du front de charbon, c'est la distance non soutenue. L'abattage progresse et à l'instant t il passe devant notre point d'observation.

La distance non soutenue s'est agrandie de la quantité p pas d'avancement.

La zone de toit découverte n'est pas soutenue immédiatement, elle ne le sera qu'à l'instant t' où le soutènement est mis en place : $t' - t$ est le retard du soutènement sur l'abattage.

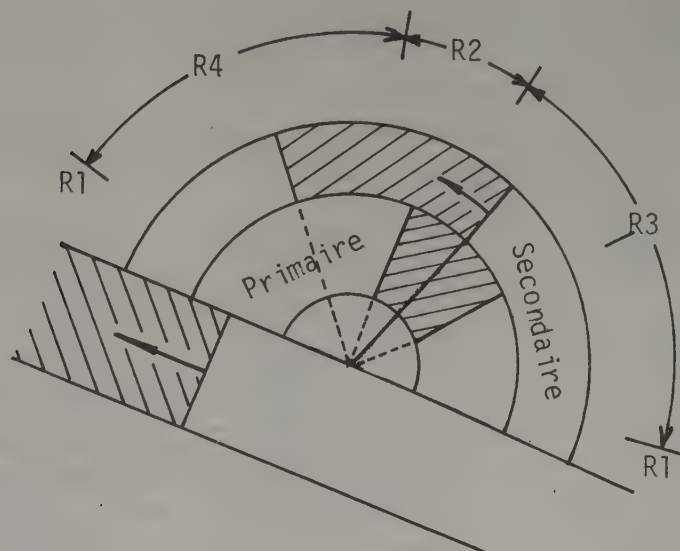
7



Les phénomènes observés en taille sont préparés en avant du front. L'avancement de l'exploitation modifie les contraintes et provoque des déplacements.

Pour examiner ces phénomènes de manière plus détaillée, plaçons nous à plus de 30 mètres en avant du front là où les terrains sont dans leur équilibre initial.

ORIENTATION DES FRACTURES D'EXPLOITATION



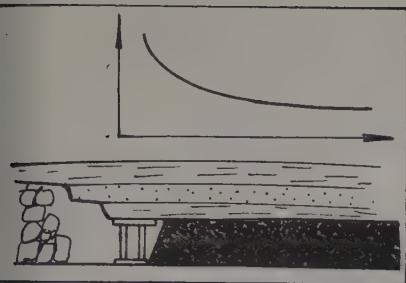
REPARTITION DES TAILLES SELON LA FRACTURATION

		FRACTURATION SECONDAIRE		
		R3	R2	R4
FRACTURATION PRIMAIRE	R3	Victor (20) Henriette (29) Veine 27/28 (79) Gamma (80) Grande Veine 24, 26, 28 Veine 8 (83) Veine 10 (89)	Veine 22ème (19) Emilie (22) Pérus (23) 6 Paumes (25) Henriette (27) Elisa (31)*	Veine 33ème (18) Emilie (21)
	R2		Coecilia (11) Veine 1c (78) Veine 1 (80) Veine 5b6 (91) Veine 10 (82, 88) Wohlwerth (93)	Schwalbach (99)

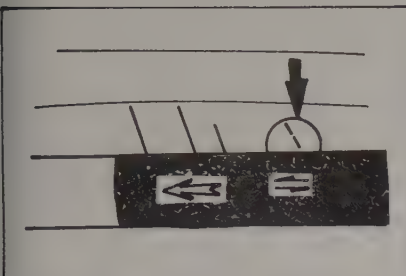
CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS SELON LA FRACTURATION

		FRACTURATION SECONDAIRE		
		R3	R2	R4
FRACTURATION PRIMAIRE	R3	1er banc plus résistant que le charbon		
	R2	Arcboutement nul (banc épais et résistant)	Arcboutement faible (exploitation légèrement montante)*	Arcboutement fort (exploitation légèrement descendante)
	R2		1er banc de même résistance que le charbon	Toit stratifié et résistant sans frottement entre le charbon et le 1er banc

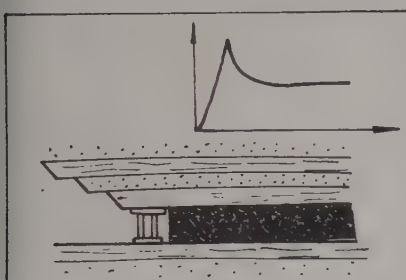
* Sauf Elisa (31) légèrement descendante



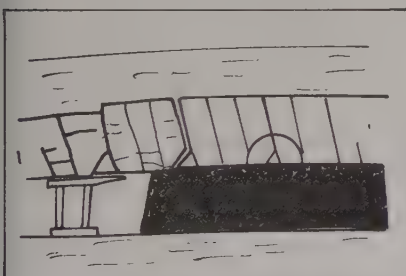
Lorsque la taille s'approche, les contraintes verticales augmentent lentement. Les effets deviennent plus importants à une dizaine de mètres du front. La contrainte verticale atteint son maximum : c'est la zone de culée de contrainte.



La résistance élastique limite du premier banc du toit peut être dépassée. De plus, le fluage de la veine de charbon provoque un cisaillement au contact du toit : une première fissure se développe.

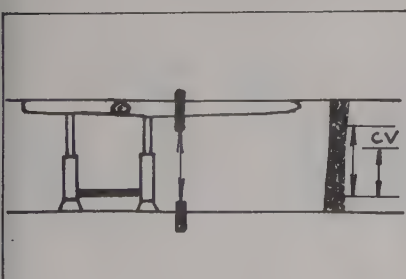


Dans la zone située juste en avant du front, le charbon a changé d'état, il ne constitue plus un appui aussi ferme pour le toit ; les contraintes y chutent rapidement mais les déplacements verticaux et horizontaux sont plus importants que dans la zone précédente.



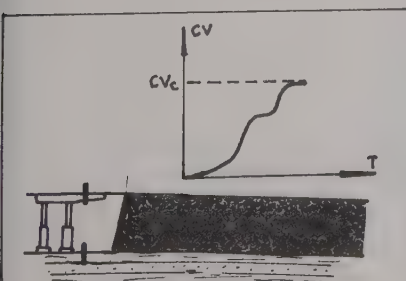
Le toit ne peut pas suivre le déplacement par sa seule déformation ; les fissures doivent évoluer jusqu'à découper les premiers bancs en blocs selon les directions permettant le déplacement.

8



Après l'abattage, il est possible d'observer directement la fracturation et le déplacement des blocs. Plaçons un repère au toit et au mur derrière le convoyeur ; le rapprochement de ces deux points sera appelé convergence des épontes.

9

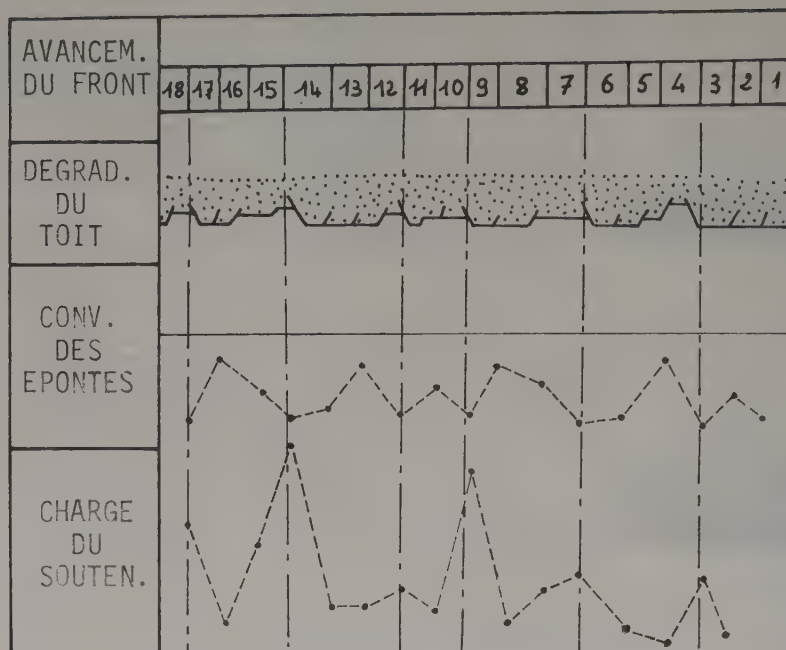


Lorsque la taille est au repos, la convergence est faible. Les déplacements des blocs du toit se produisent au moment de l'abattage du front, puis lors de l'avancement du soutènement.

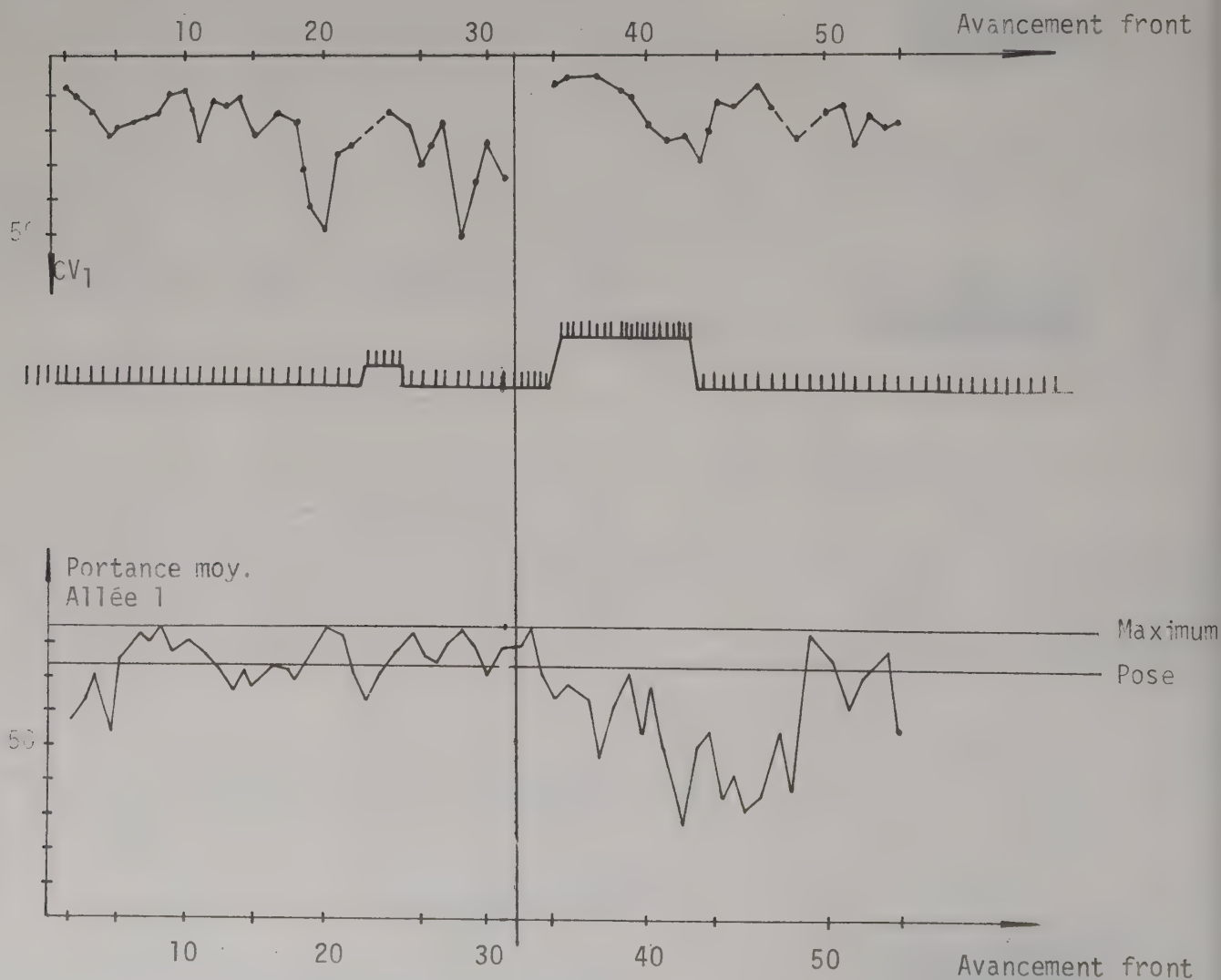
On caractérisera les déplacements en taille par la convergence qui se donne au cours d'un cycle complet CVC.

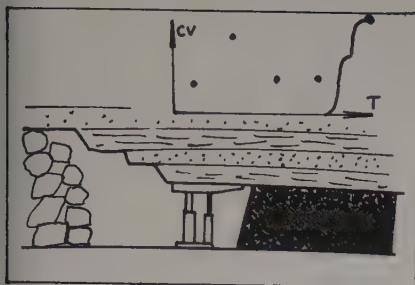
FRACTURATION ET DEPLACEMENT DU TOIT

CAS DE LA VEINE 33e
(CAMP. 18)
SOUTENEMENT FRICTION
Ref J 4



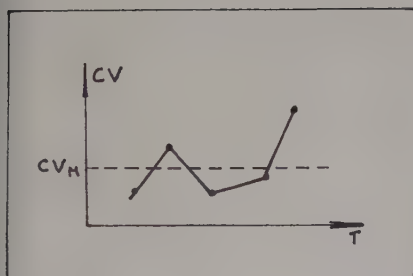
CAS DE LA VEINE 1 (CAMP. 80) SOUTENEMENT MARCHANT (non publié)





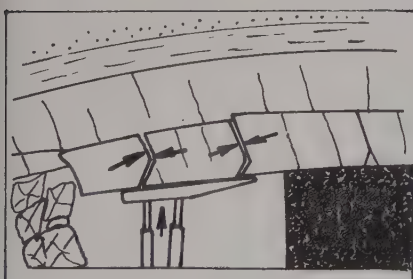
Plaçons un nouveau doublet de mesure derrière le convoyeur et observons à chaque cycle la convergence des épontes, tous les 3 cycles par exemple les mouvements sont relativement plus forts. Ces déplacements sont liés au réarrangement de la voûte du toit et à la fracturation en avant du front.

Observons encore une fois ces 5 cycles de la taille. Pendant plusieurs cycles un faux équilibre s'établit dans la voûte du toit et les convergences restent faibles. Au cycle suivant le réarrangement de cette voûte se produit accompagné d'un déplacement important qui provoque juste en avant du front l'ouverture d'une fracture : un nouveau bloc est individualisé.



On remarque ainsi souvent en taille une certaine périodicité des phénomènes : foudroyage dans l'arrière-taille, fractures ouvertes, convergence des épontes. Pour caractériser le comportement d'un toit, il faut l'étudier pendant un nombre suffisant de cycles. Nous retenons alors la moyenne des valeurs de chaque cycle.

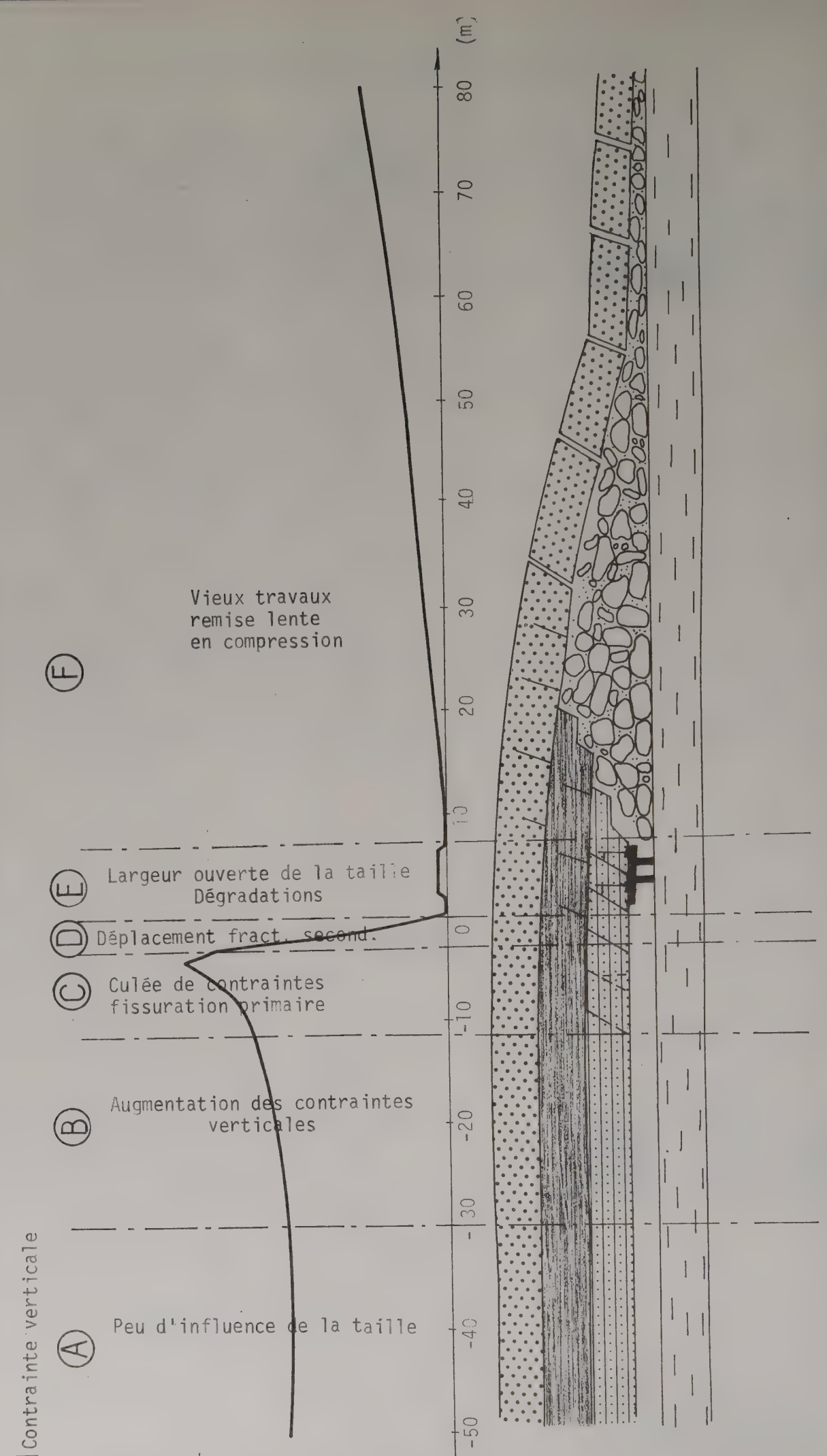
10



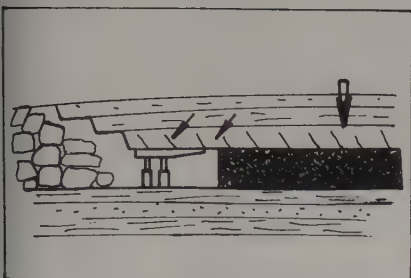
Lorsqu'il faut le traiter en taille, le bas toit est donc déjà découpé en blocs individualisés, eux-mêmes fissurés. L'équilibre de ces blocs est assuré par les forces d'arcboutement dans l'arrière-taille qui maintiennent l'aggrimage et par le soutènement. Si le contrôle est insuffisant, les fractures s'étendent et s'ouvrent, les blocs se déplacent les uns par rapport aux autres et apparaissent.

- . soit des décrochements le long des fractures
- . soit des chutes de toit entre 2 fractures consécutives

SCHEMA DU COMPORTEMENT D'UNE LONGUE
TAILLE EN PLATEURE FOUDROYEE



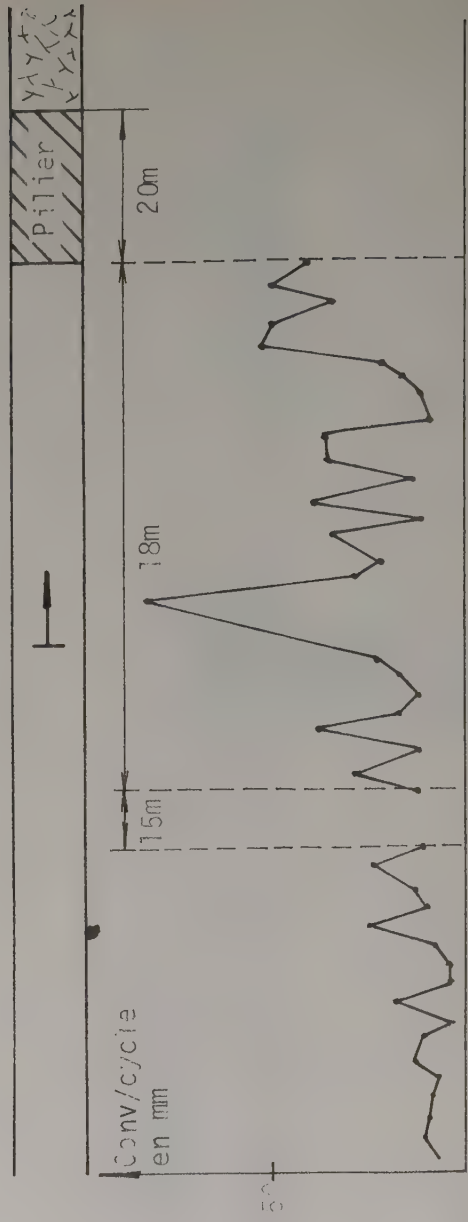
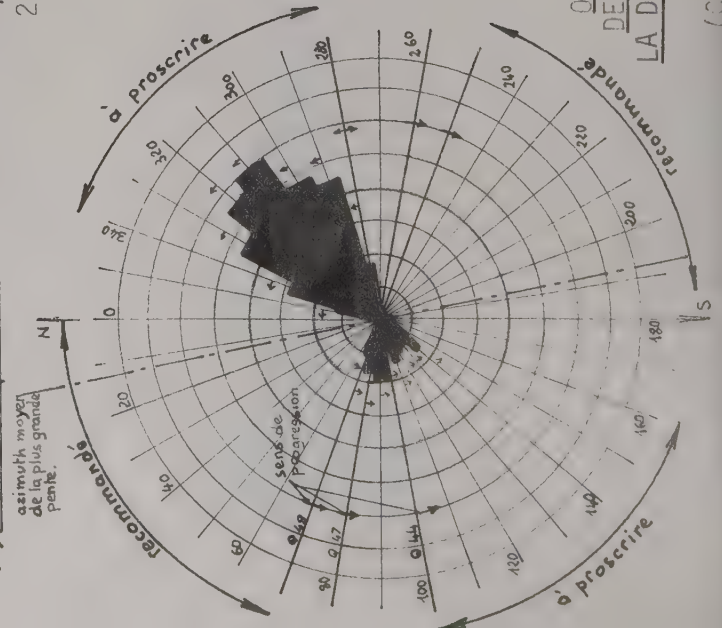
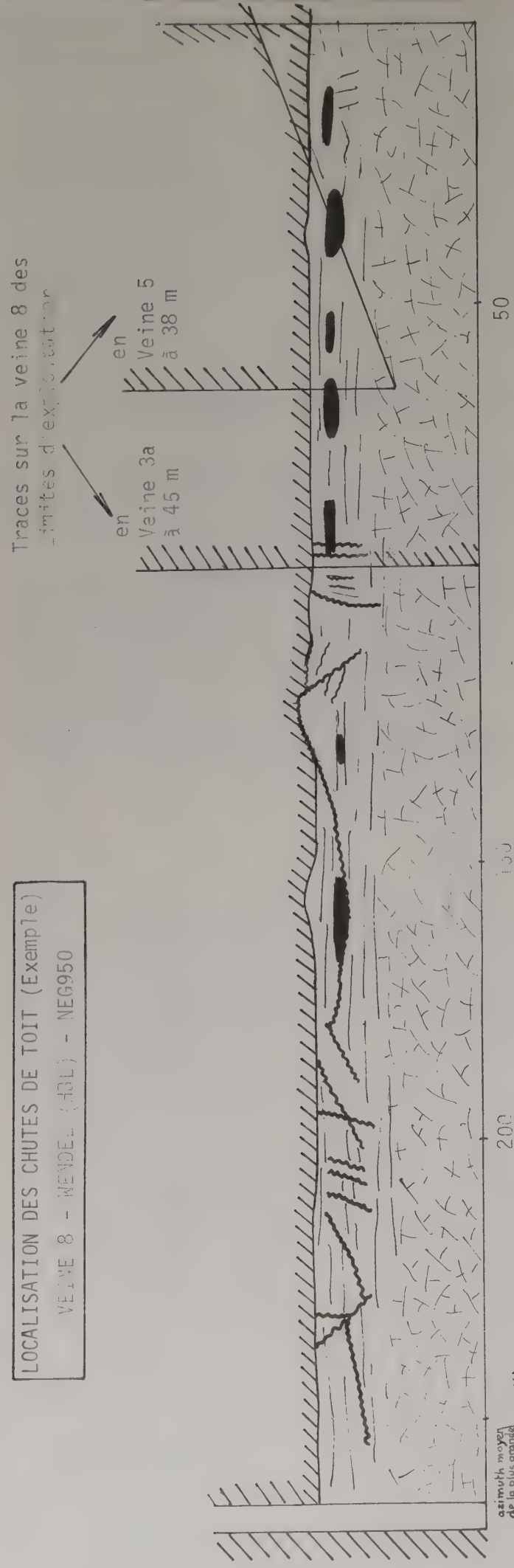
11



En conclusion, la dégradation du toit peut se résumer en 3 phases :

- . la phase de surcontrainte qui met en jeu l'ensemble des terrains sus-jacents Cette phase se conclut par la fissuration des premiers bancs du toit
- . la phase de déplacement qui concerne le bas toit juste en avant du front. De l'importance des déplacements dépendent l'ouverture des fractures et les sollicitations des blocs.
- . la phase de dégradation où il faut empêcher les déplacements relatifs entre les blocs du premier toit.

LOCALISATION DES CHUTES DE TOIT (Exemple)
VEINE 8 - MENDEL (H3L) - NEG950

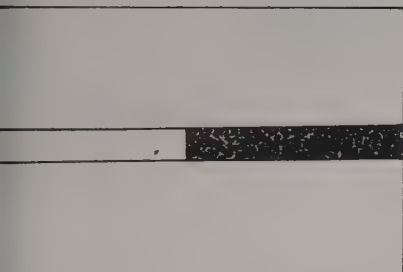


ORIENTATION DU FRONT
DE TAILLE PAR RAPPORT :
LA DIRECTION PREFERENTIELLE
DE LA TECTONIQUE
(CAS DE SCHWALBACH C.99)

APPROCHE D'UNE ANCIENNE EXPLOITATION DANS LE MEME VEINE
(EFFET PILIER) - CAS DE MARTHE (HBNPC - LENS) - CAMP 1

FACTEURS DU
COMPORTEMENT

12



L'importance des effets observés dépend de nombreux facteurs naturels et d'exploitation.

Dans la phase de surcontrainte seront déterminant :

. La composition lithologique du toit et la résistance des bancs qui influent sur la forme et la densité de la fracturation.

. Les failles qui s'accompagnent de nombreuses fractures naturelles et d'une augmentation de contraintes.

. Les stots, piliers ou limites d'exploitation qui entraînent une concentration des contraintes dont les effets peuvent être gravement ressentis en taille.

On cherchera lors du découpage du panneau à éviter de telles circonstances.

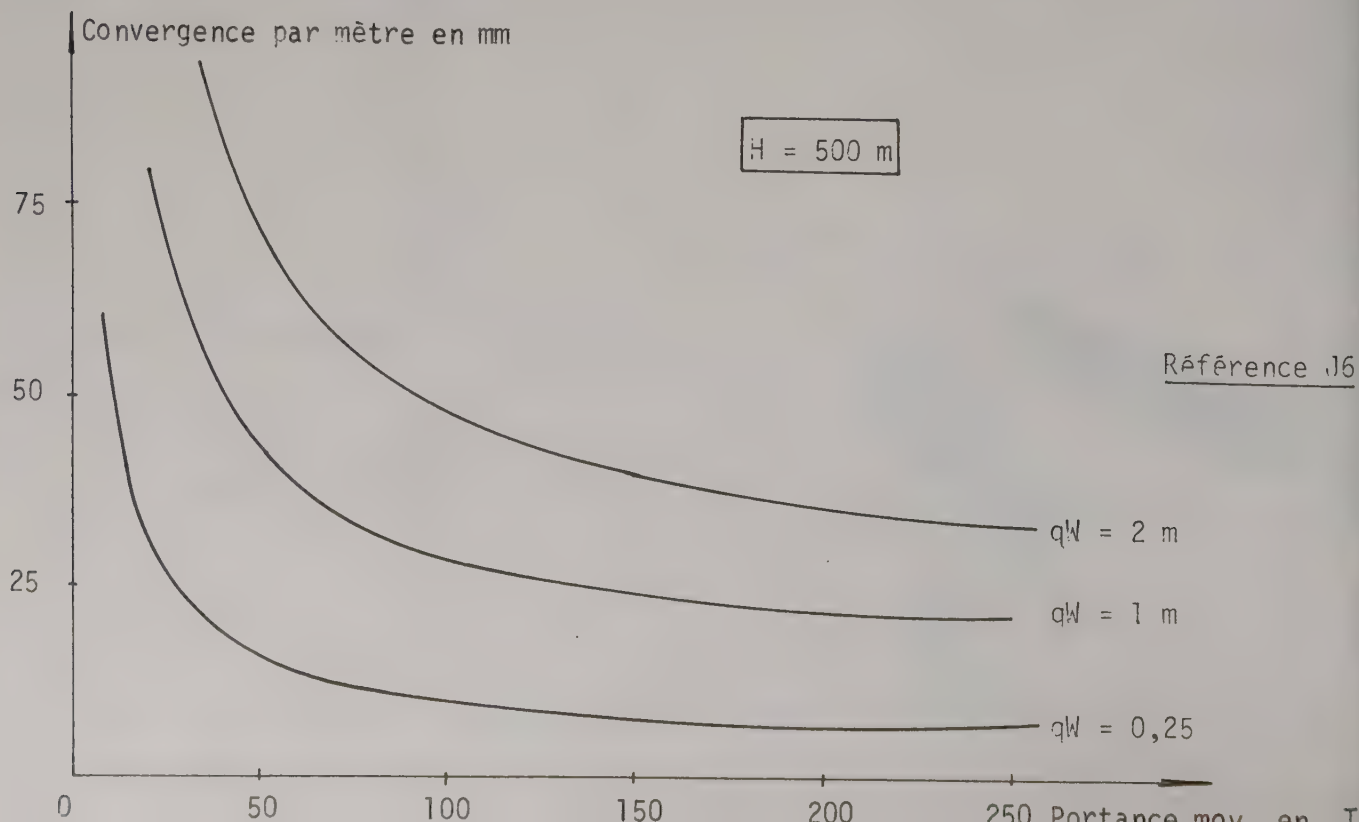
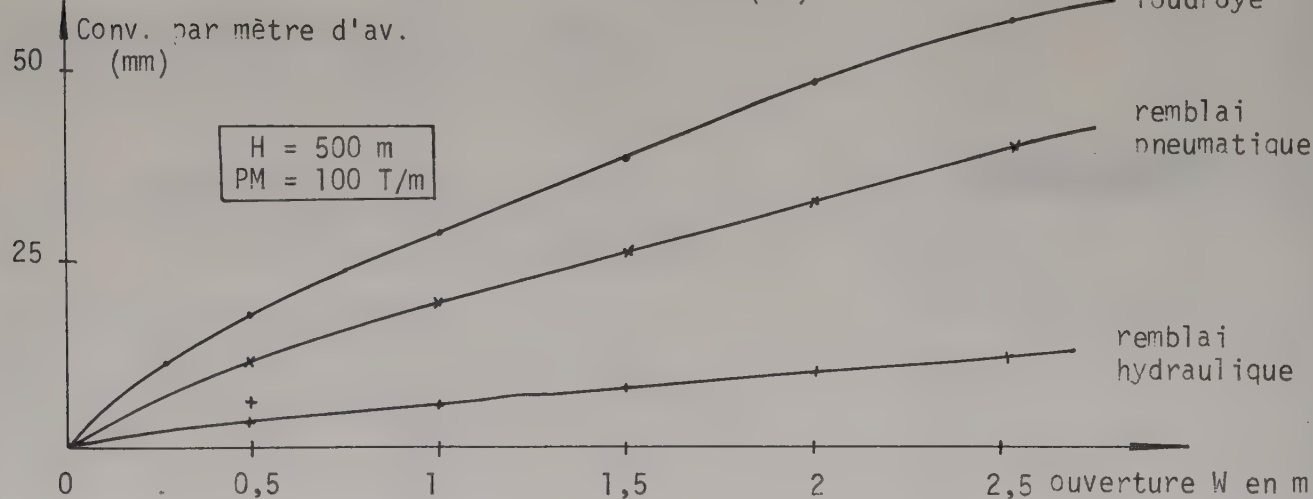
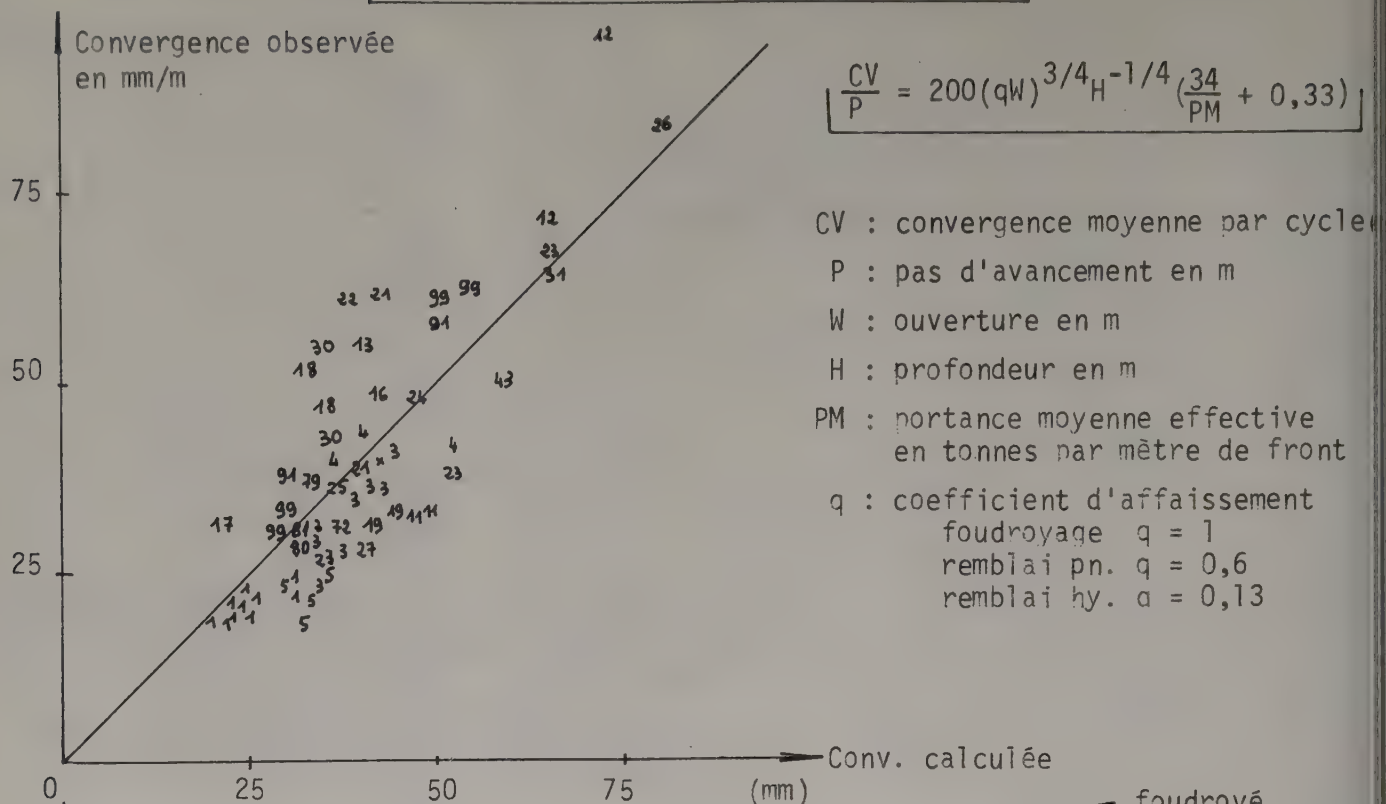
13



Par rapport au pendage de la couche, on distinguera :

- . l'exploitation au pendage
- . l'exploitation montante
- . l'exploitation descendante.

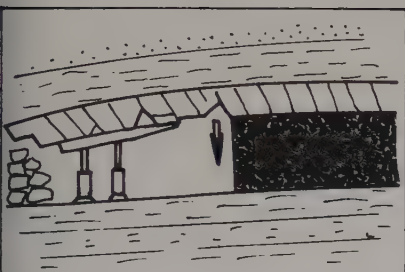
PREVISION DE LA CONVERGENCE DES EPONTES



Dans la phase du déplacement, il est possible d'agir par le traitement de l'arrière-taille. Avec le foudroyage les mouvements sont deux fois plus importants qu'avec le remblai pneumatique et huit fois plus qu'avec le remblai hydraulique.

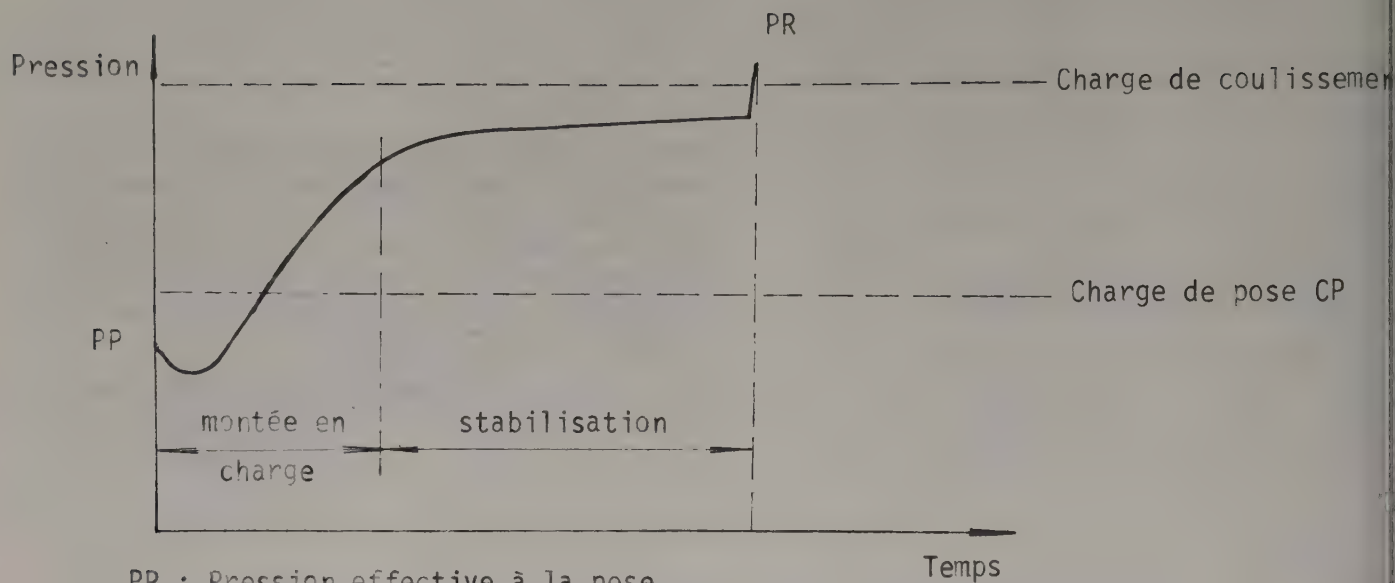
Le choix et le réglage du soutènement jouent également un rôle important.

15



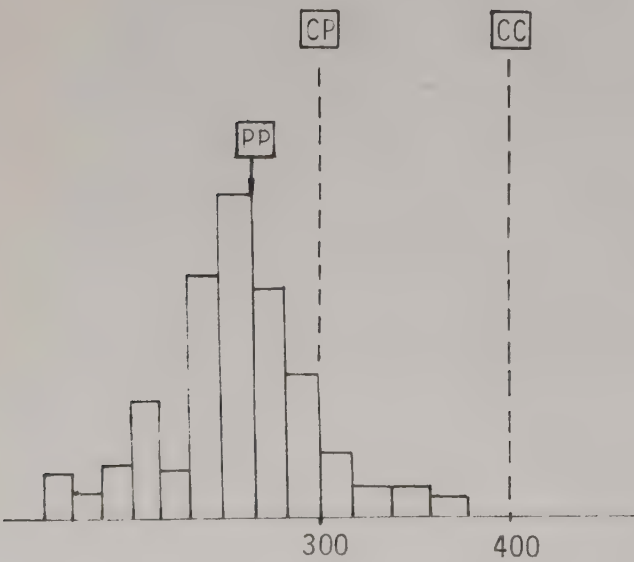
Dans la phase de dégradation c'est la mise en oeuvre du soutènement qui devient primordiale. Le contrôle des blocs fissurés dépendra de la régularité et de l'homogénéité de la portance, de la distance non soutenue et du retard du soutènement sur l'abattage.

CARACTERISTIQUES REELLES D'UN SOUTÈNEMENT

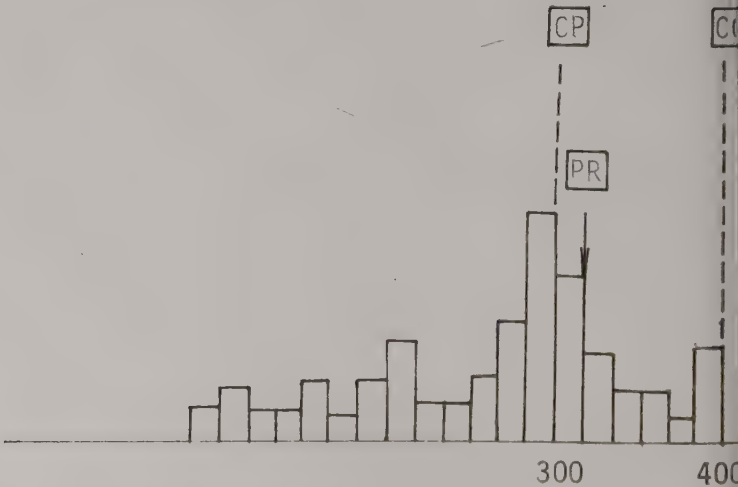


PP : Pression effective à la pose
PR : Pression effective avant ripage

N° Piles Sect.de mes.	58	280	200	220	220	320	280	280	340	240	350	300	180	400	160	300	250	180	380	380	380	320
	56	300	340	400	380	300	230	300	40	240	470	300	340	400	120	240	180	200	360	310	400	310
	55	260	380	300	320	340	280	280	180	220	320	360	300	360	300	300	150	90	280	300	320	280
	54	320	400	400	220	320	240	300	300	230	300	300	320	400	280	260	380	150	240	280	360	260
	53	300	140	400	220	280	300	260	280	220	340	280	280	300	220	340	400	280	260	240	340	240
	52	320	340	380	360	280	180	300	380	200	300	300	300	240	50	260	360	240	200	260	320	220
	51	300	400	400	300	340	190	260	300	220	360	340	320	360	250	280	340	300	320	340	280	180
	50	300	380	400	240	320	150	380	380	260	400	340	320	320	300	240	330	340	280	360	240	160
avance-ment		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21



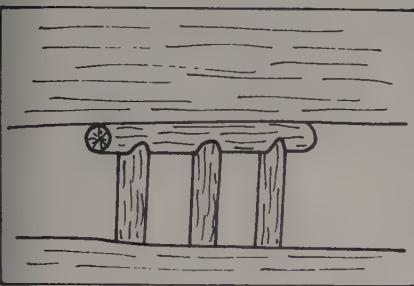
Rendement à la pose $\frac{PP}{CP}$



Rendement à la dépose $\frac{PR}{CC}$

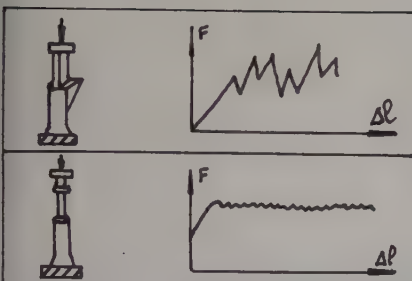
LE SOUTÈNEMENT

16



Pour exercer une force tout en cédant à la convergence, on utilisait d'abord le bois puis les étançons à friction, enfin les étançons hydrauliques.

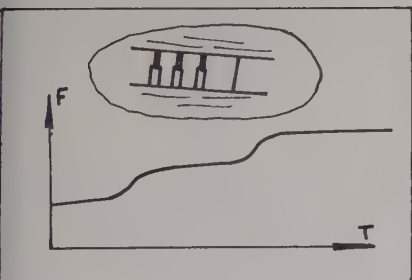
17



Plaçons un étançon à friction entre les plateaux d'une presse et imposons lui un coulisement. A la pose la force exercée est faible, elle augmente lentement avec des saccades. Le comportement est très dispersé.

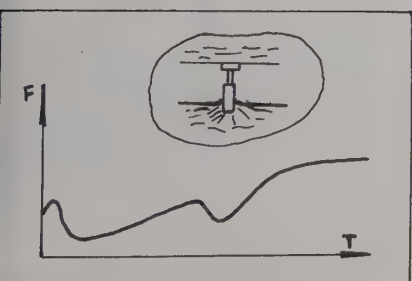
L'étançon hydraulique se caractérise par une charge de pose plus grande et une montée en charge plus rapide et un comportement plus régulier.

18



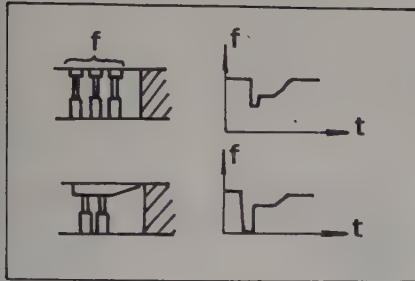
En taille, les épointes ne sont pas assimilables au plateau d'une presse. La force exercée par un étançon au cours du temps augmente lentement à partir de la charge de pose avec des impulsions lors de l'abattage dues à la convergence des épointes.

19



Avec des épointes peu résistantes, le soutènement s'enfonce dans les premiers bancs au lieu de coulisser. La force exercée est alors faible et très dispersée. On observe le même phénomène lorsque les contacts entre le soutènement et les épointes sont constitués d'éléments compressibles, fines de charbon au daïsne, garnissage en bois au toit. Dans un tel assemblage, c'est l'élément le plus faible qui détermine la résistance de l'ensemble.

21

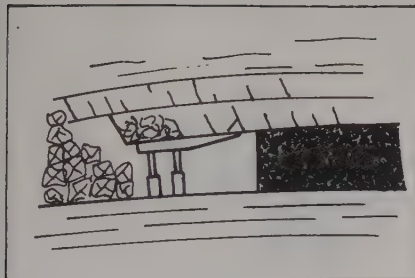


L'introduction du soutènement mécanisé a permis dans de bonnes conditions d'augmenter la vitesse d'avancement et le rendement des tailles.

Pour le contrôle du toit, il présente une première particularité :

Avec le soutènement individuel, les éléments sont déplacés un à un ; la portance exercée par une section de soutènement ne s'annule jamais. Avec le soutènement marchant au contraire, une bande de toit s'étendant du front à l'arrière-taille est desserrée à chaque cycle. La portance est annulée puis ramenée à la pression de pose.

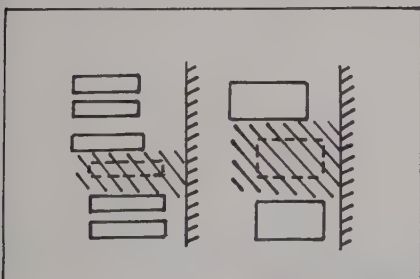
22



Certains toits supportent mal ce traitement que l'on appelle souvent "pompage du toit". La fracturation s'étend au-dessus du soutènement qui ne trouve plus vers l'arrière-taille un appui correct.

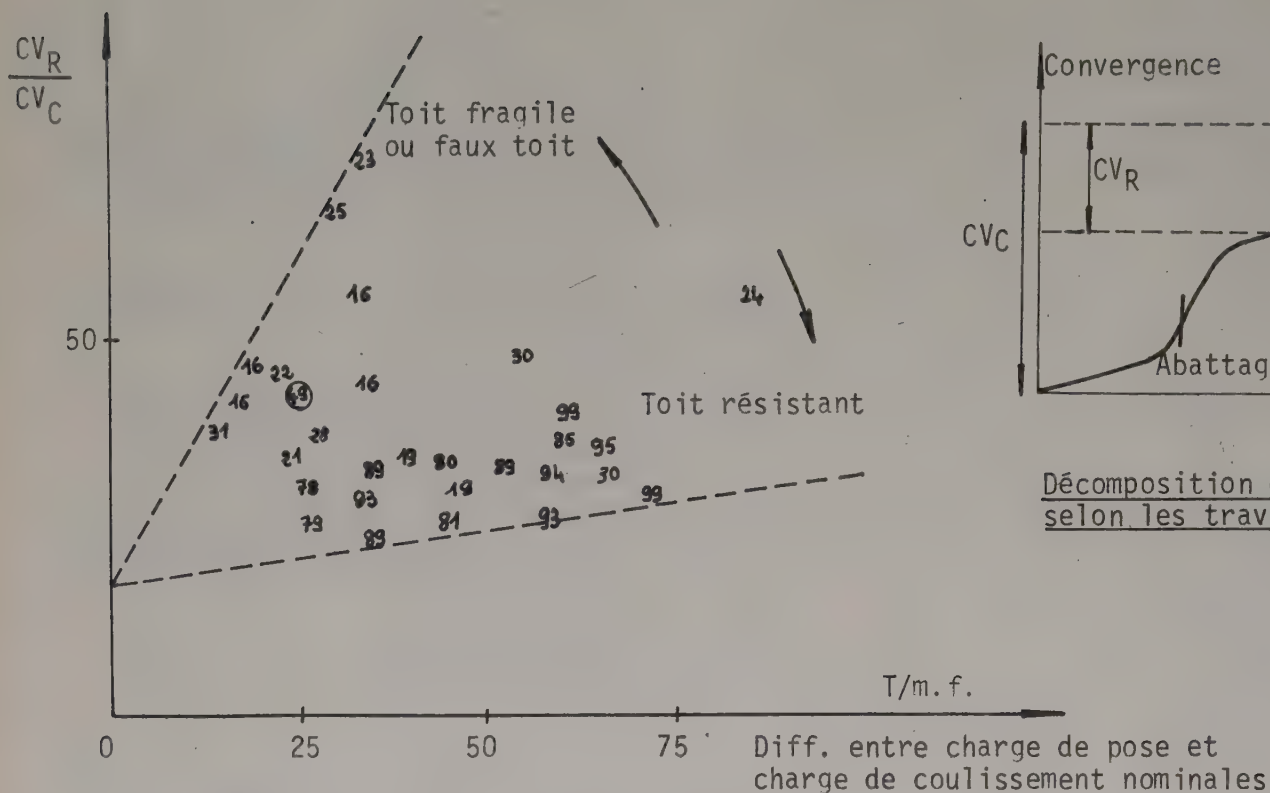
L'intensité du phénomène dépend de la différence entre la charge de pose et la charge de coulisement et de la vitesse de déplacement des éléments.

23

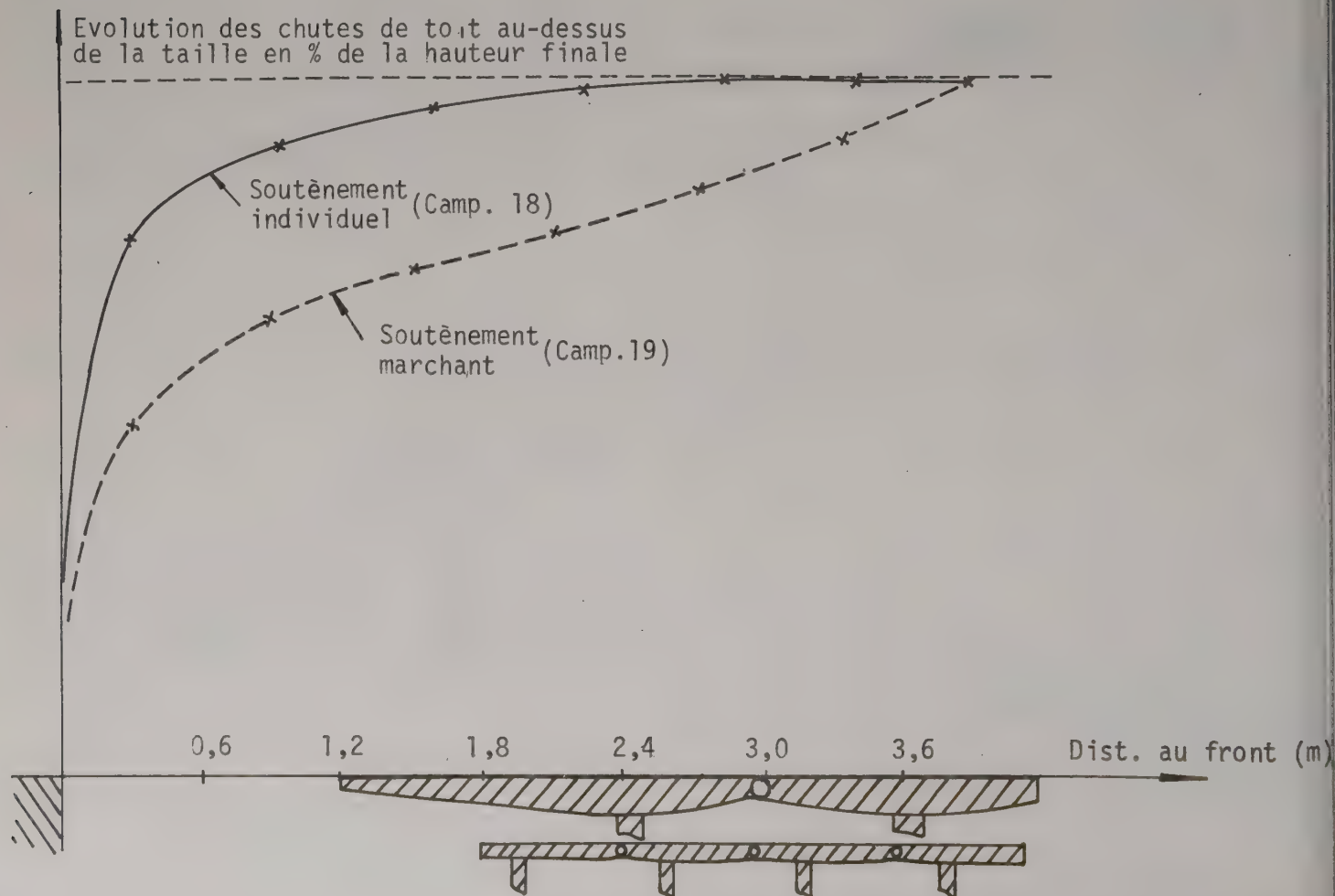


La largeur de la bande découverte intervient également. Elle est plus petite dans le ripage file par file que dans le ripage d'une pile monobloc.

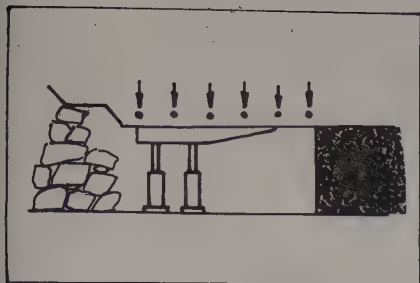
INFLUENCE DU RIPAGE DU SOUTÈNEMENT



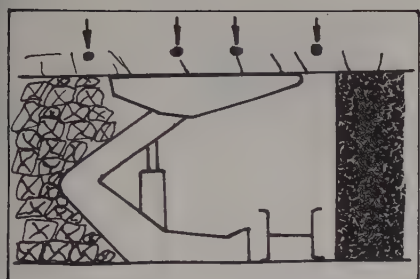
④ Cengle (Provence) toit calcaire épais



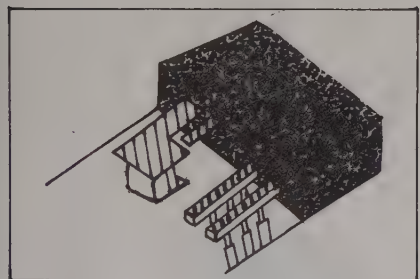
Référence J 6



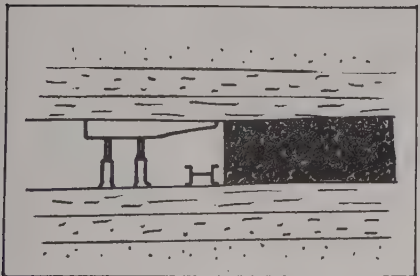
25



26



27



La largeur soutenue de la taille est prépondérante ; avec un soutènement par pile classique un point du toit peut subir jusqu'à 5 serrages et desserrages entre sa découverte à front et son passage dans l'arrière-taille.

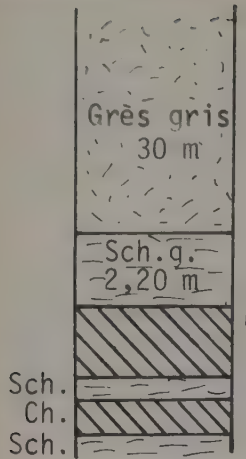
Avec le soutènement de type bouclier où la surface d'appui est réduite au minimum, un point du toit n'aura à subir que 3 serrages et desserrages avant de disparaître derrière le chapeau.

Le soutènement mécanisé se distingue également du soutènement individuel par la surface de ses chapeaux au toit et de ses semelles au mur. Ce qui permet :

- d'éviter les enfoncements
- de soutenir plus près du front.

La position du soutènement laissé un pas en retrait par rapport au blindé permet de riper immédiatement après la passe au toit de la haveuse.

FICHE DE TAILLE - CAMPAGNE 81



Bassin - HBL
Siège - Folschwiller
Veine - Gamma
Taille - 21-1

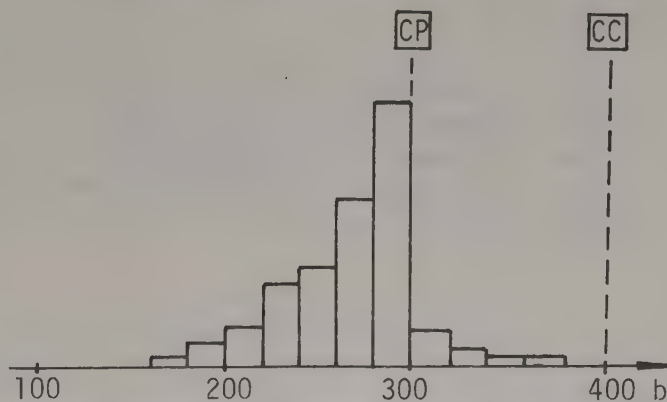
Ouverture : 2,50m
Profondeur : 820m
Pendage // 2°
⊥ -21°

Abattage : haveuse
Soutènement : marchant
Arrière-taille : R.P.

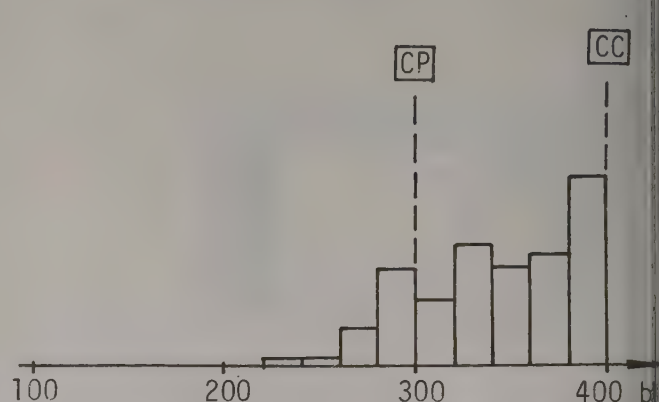
Pose : 115 T/m
Coulissement : 160 T/m
Pas : 0,85

PORTANCE REELLE
DU SOUTÈNEMENT

A la pose rendement 92%

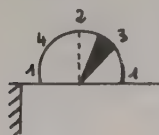


Avant ripage rendement 83%

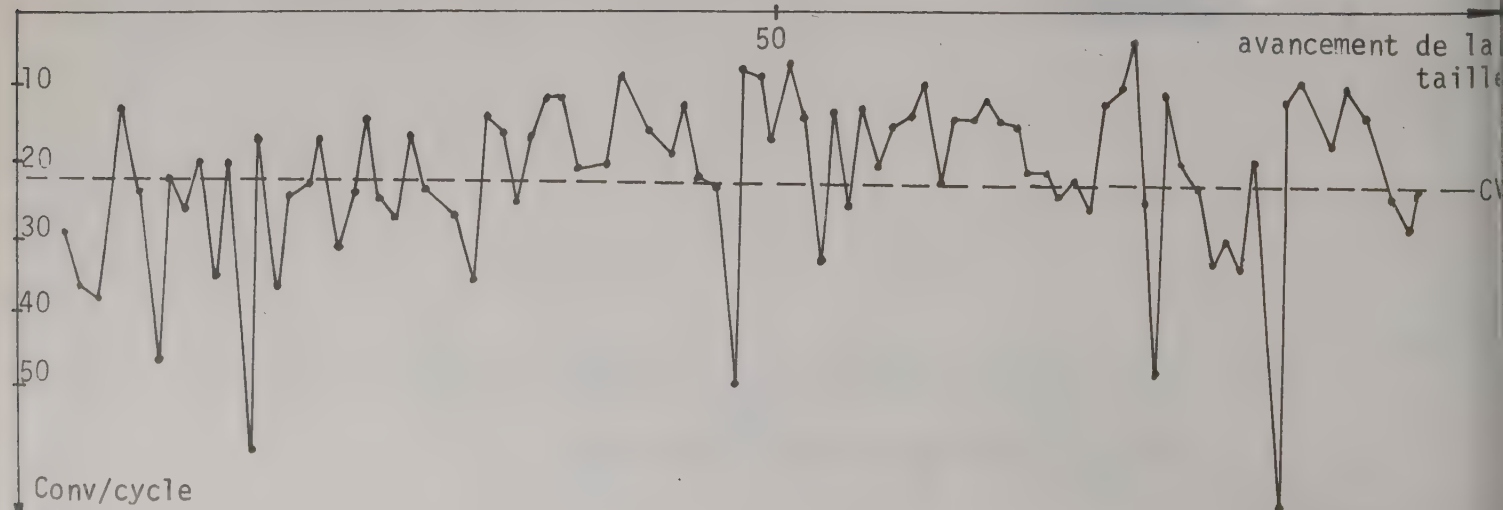
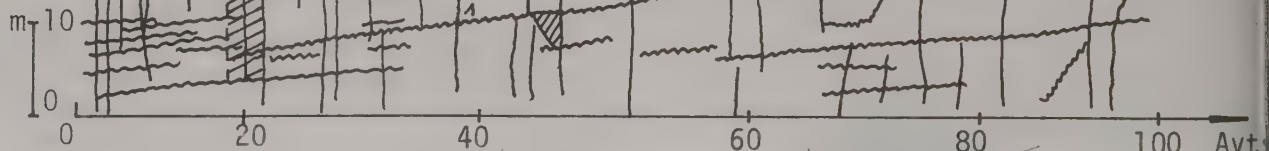


Fracture naturelle

Fracture exploitation R3



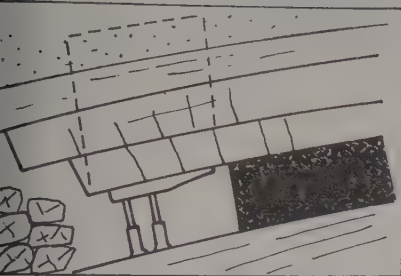
<40av 1/av
>40av 0,3/av



Conv/cycle

CHOIX ET REGLAGE
DU SOUTÈNEMENT

28



Le mineur doit s'adapter aux conditions qu'il rencontre.

Pour respecter les règles de sécurité, il faut dans tous les cas assurer une portance suffisante pour éviter le basculement des blocs du bas toit. La force exercée par le soutènement doit empêcher le décollement des premiers bancs.

Nous allons envisager sur quelques exemples schématiques, l'adaptation du soutènement aux conditions naturelles.

29

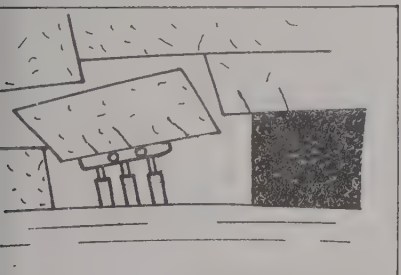


Lorsque la veine est surmontée par un banc très épais de roches résistantes (grès ou schistes gréseux), les fractures sont peu nombreuses, mais les ruptures ont des effets brusques et importants.

Le toit se découpe en gros blocs, il n'y a pas d'arc-boutement dans l'arrière-taille. On observe une seule orientation de fissure inclinée vers les vieux travaux.

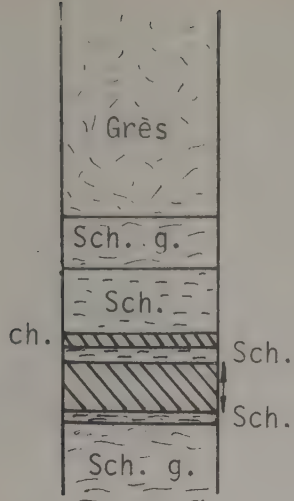
Peu de chutes de toit apparaissent en taille, par contre, le soutènement est le seul soutien des gros blocs et le toit est instable.

30



Si la portance du soutènement est insuffisante, on observe des décrochements entre les blocs, des coulissements très importants et même des éboulements par rotation des blocs.

FICHE DE TAILLE - CAMPAGNE 21



Bassin - HBNPC
Siège - 4 Lens
Veine - Emilie
Taille - 15

Ouverture : 1,35
Profondeur : 560
Pendage $\parallel 8^\circ$
 $\perp +4^\circ$

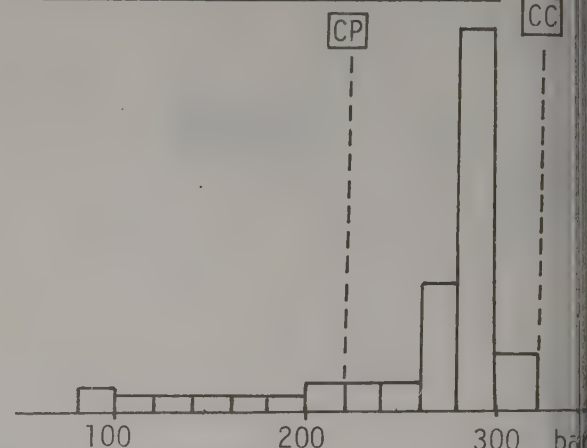
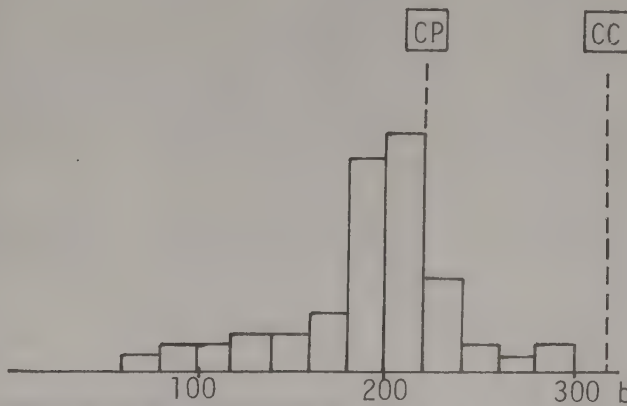
Abattage : Rabot
Soutènement : Marchant
Arrière-taille : Fond

Pose : 57 T/m
Coulissement : 81 T/m
Pas : 0,57 m

A la pose : rendement 90%

Avant ripage : rendement 85%

PORTANCE REELLE
DU SOUTÈNEMENT



Fracture R3

Fracture R4



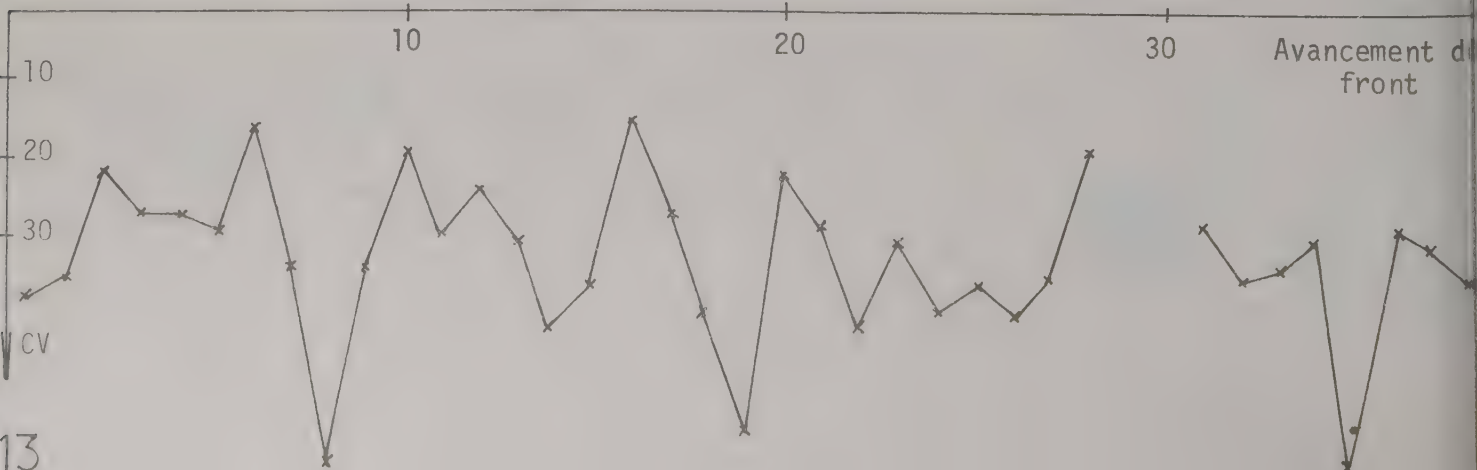
Densité 0,66f/av

1 m

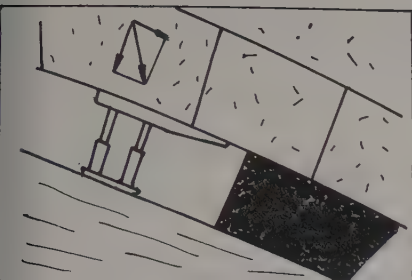
5 m

10 m

15 m

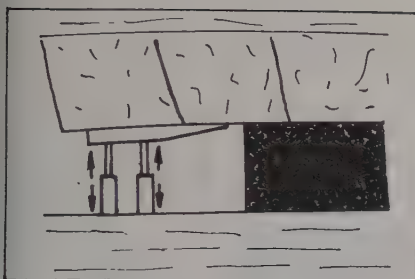


31.



L'exploitation avec un pendage descendant perpendiculairement au front favorise l'appui des blocs les uns sur les autres, ce qui facilite le contrôle du toit.

32

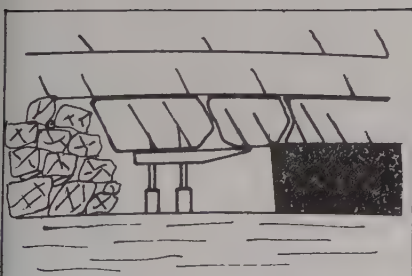


Si le mur le permet, il faut élever la portance jusqu'au contrôle du déplacement des blocs ce qui peut demander 200 tonnes par mètre de front.

De telles portances peuvent être atteintes grâce aux larges semelles du soutènement marchant.

De plus, les liaisons entre étançons perpendiculairement au front assurent une plus grande stabilité que le soutènement individuel, diminuant ainsi les risques d'effondrement.

33

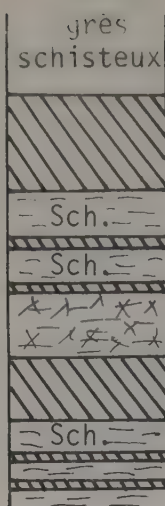


Pour un toit plus stratifié, le foisonnement est suffisant dans l'arrière-taille pour créer une force d'arc-boutement parallèle aux bancs.

Le toit découpé en blocs plus petits appuyés les uns sur les autres est stable, mais il y a plusieurs orientations de fractures. Les blocs qu'elles découpent sont très sollicités ; ils se détachent en taille formant des chutes de toit.

Une courbure et des déplacements importants de la voûte du toit se traduisent par une extension de la fracturation secondaire, source de chutes de blocs.

La portance du soutènement devrait être telle que la convergence ne dépasse pas un seuil au-dessus duquel la dégradation du toit perturbe l'exploitation.

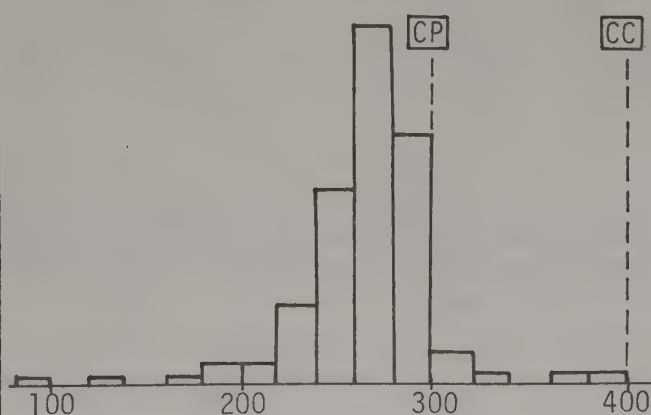


FICHE DE TAILLE - CAMPAGNE 93

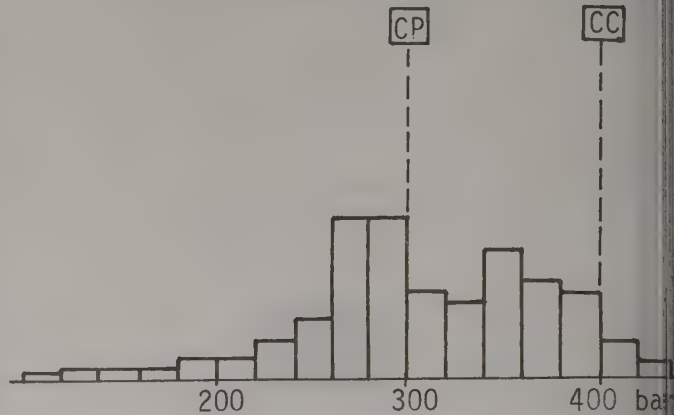
Bassin - HBL Siège - Simon Veine - Wohlwerth Taille - 1 ^è Rec. 440	Ouverture : 1,90 m Profondeur : 400 m Pendage $\nearrow$ 0 $\perp$ -34°
Abattage : haveuse Soutènement : marchant Arrière-taille : R.H.	Pose : 51 et 76 T/m Coulissement : 106 T/m Pas : 0,75 m

PORTANCE REELLE
DU SOUTÈNEMENT

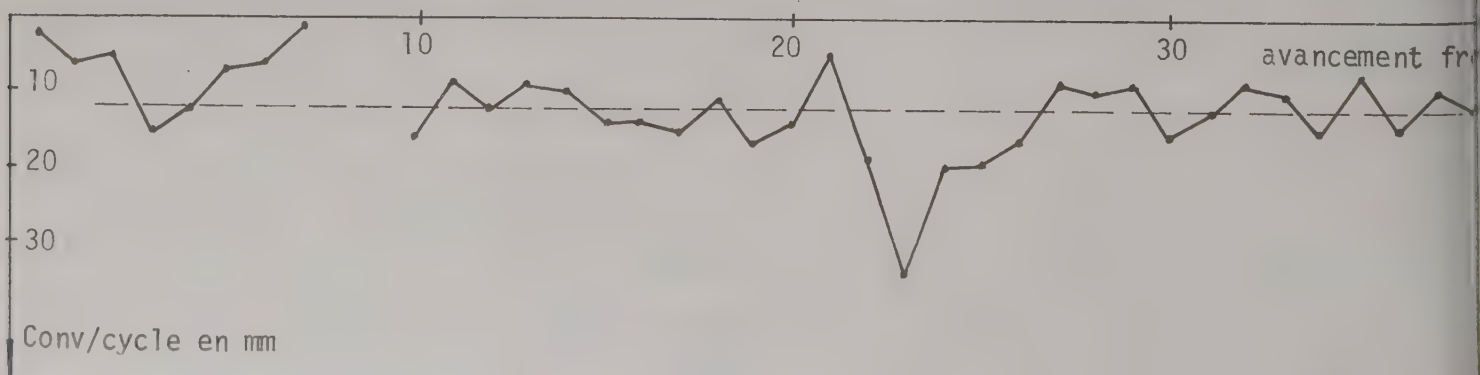
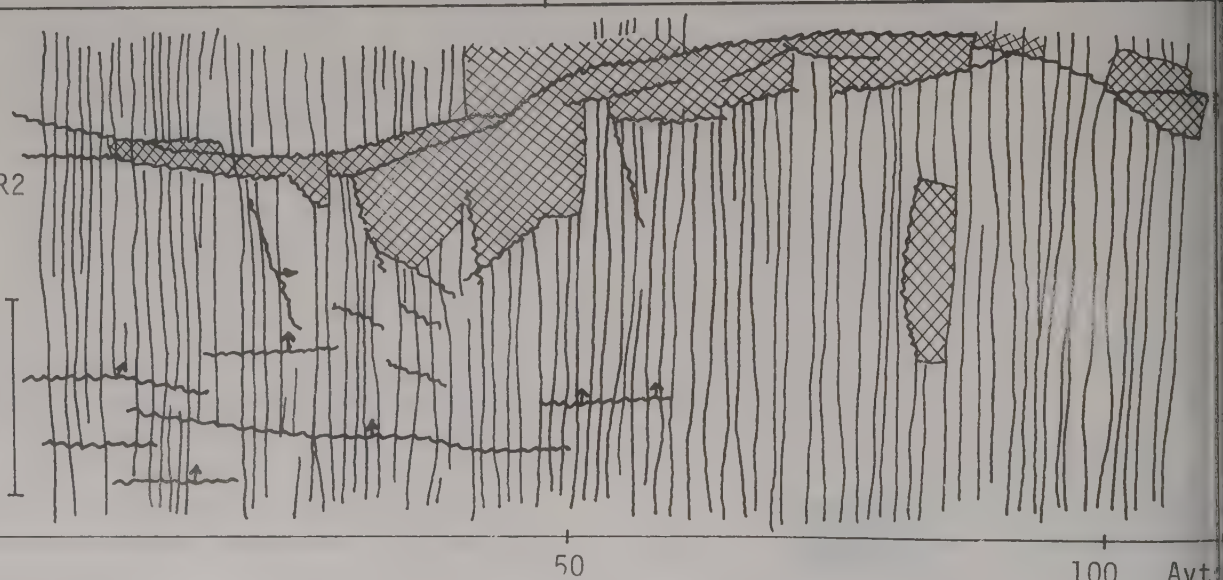
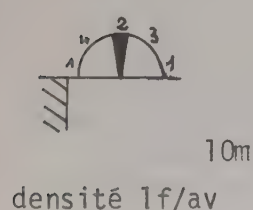
A la pose : rendement 91%



Avant ripage : rendement 73%



fracture naturelle
fracture exploitation R2



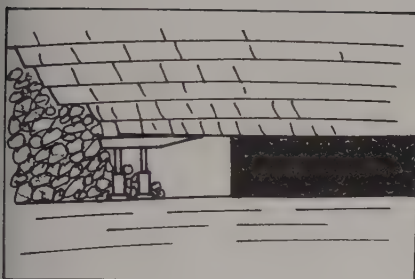
34



Mais la résistance des épointes limite les possibilités et une portance trop forte dégradera le toit en taille par enfoncement et perforation des épointes.

Le soutènement marchant présente l'avantage de châteaux plus larges ; si les tous premiers bancs sont suffisamment épais, ils résisteront aux effets du ripage. Pour que la portance moyenne soit suffisante, il faut rapprocher la charge de pose de la charge de coulissement.

35

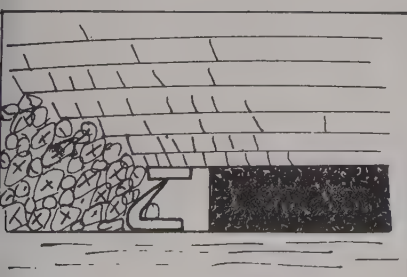


Lorsque les premiers bancs du toit sont minces et friables, ils se décomposent en tous petits blocs lors du ripage du soutènement ou par expansion horizontale à partir d'un éboulement.

Les conditions se détériorent alors considérablement car ces blocs gênent l'avancement du soutènement, ralentissent la taille, diminuent la portance du soutènement.

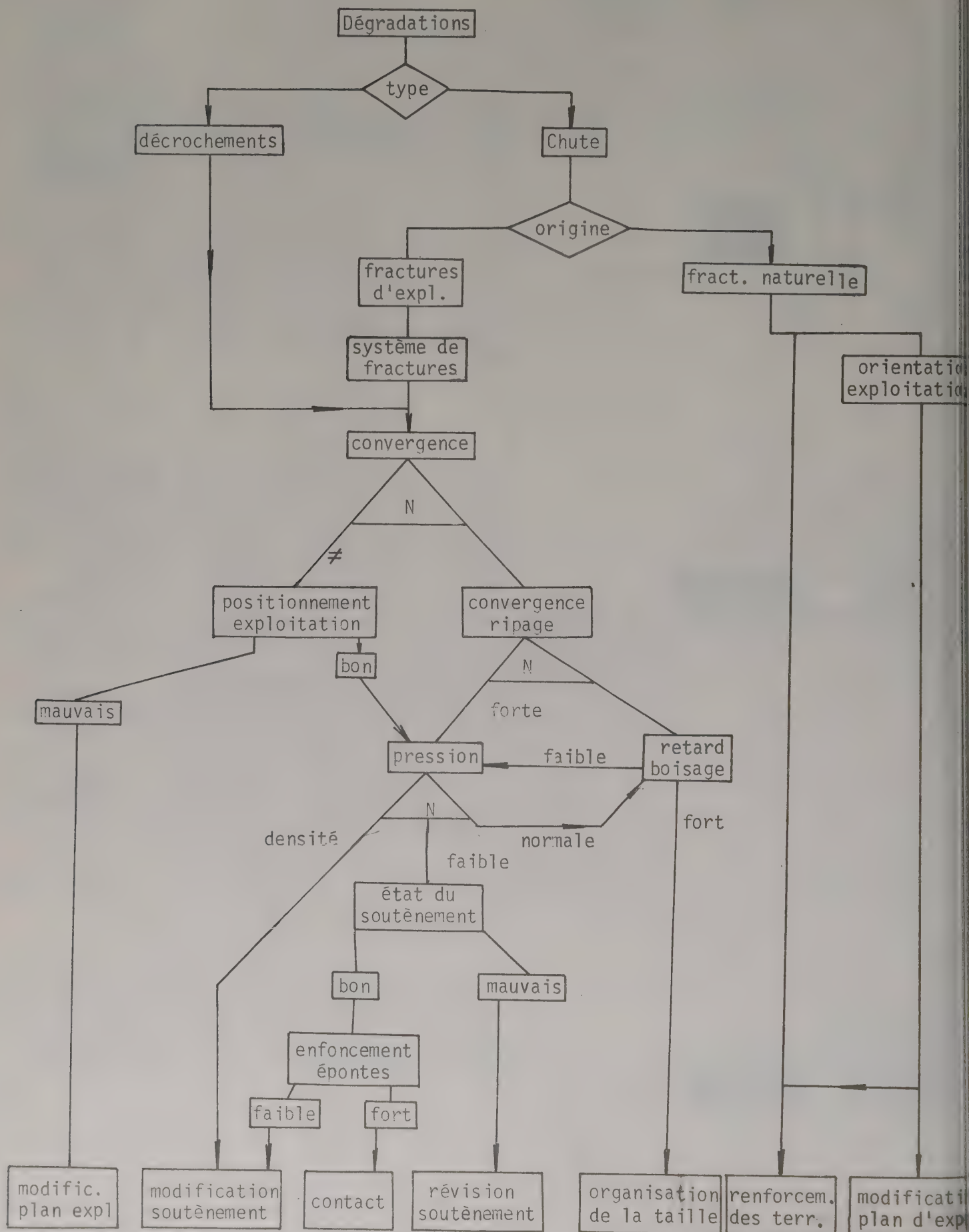
L'utilisation d'un grillage au-dessus des piles empêche l'envahissement de la taille et procure aux piles de soutènement un appui. Mais la portance réelle reste faible et le contrôle du toit n'est parfois pas meilleur qu'avec des étançons hydrauliques individuels.

36



Le soutènement marchant de type bouclier a été conçu pour ce type de toit car il réduit la largeur ouverte de la taille et permet à l'arête de foudroyage de se rapprocher du front sans dommage.

ORGANIGRAMME SCHEMATIQUE DES MODIFICATIONS A APPORTER
A LA METHODE D'EXPLOITATION



La concentration de l'exploitation, la nécessité d'investissements importants imposent un soutènement adapté aux conditions naturelles.

Il faut d'abord connaître les caractéristiques réelles du soutènement, l'état de dégradation du toit, le mouvement des épontes.

A partir de ces mesures, des décisions seront prises pour exploiter dans de bonnes conditions de rentabilité et de sécurité.



ANNEXE 1

METHODE EXPERIMENTALE



METHODE D'ETUDE DES LONGUES TAILLES

La concentration de la production sur quelques tailles fortement mécanisées exige une méthode d'exploitation bien adaptée aux conditions naturelles. Parallèlement aux contrôles d'organisation et de soutènement, il est nécessaire de disposer d'une méthode permettant :

- d'étudier le comportement des épontes soumises à l'exploitation
- de relier ce comportement aux caractéristiques de l'exploitation

Contrôle et essai

Deux objectifs peuvent être assignés à une étude en taille :

. le diagnostic des conditions d'exploitation peut être demandé dans un premier temps. Il s'agit d'aider les exploitants à rechercher parmi les multiples facteurs qui déterminent la tenue du toit, ceux qui sont à l'origine des difficultés rencontrées, c'est-à-dire les solutions possibles à leurs problèmes.

. la recherche des effets d'une modification de la méthode d'exploitation vient ensuite. Il est encore difficile de prévoir exactement les conséquences, dans des conditions naturelles données, de la modification d'un paramètre d'exploitation ou de l'introduction d'un nouveau soutènement. Une étude directe au fond permet en tous cas de contrôler les résultats obtenus.

Ces objectifs imposent à la méthode d'étude des qualités contradictoires :

FIG 1

SECTION DE MESURE

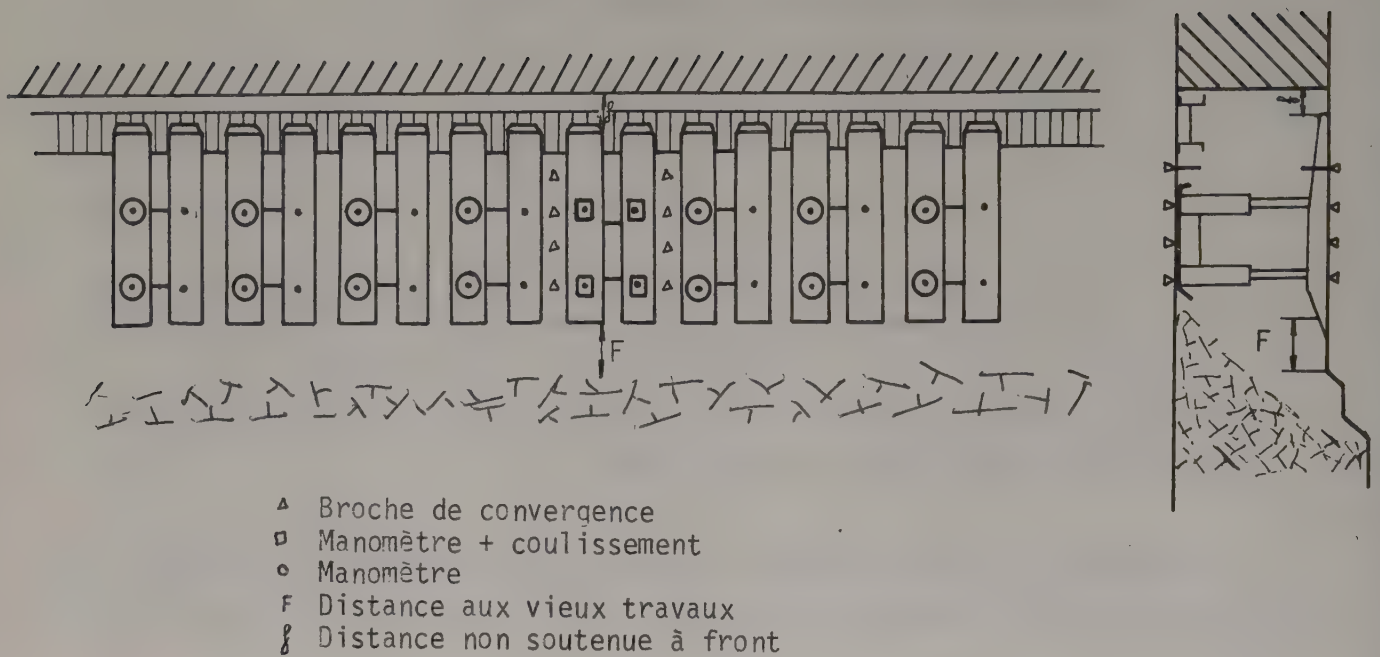
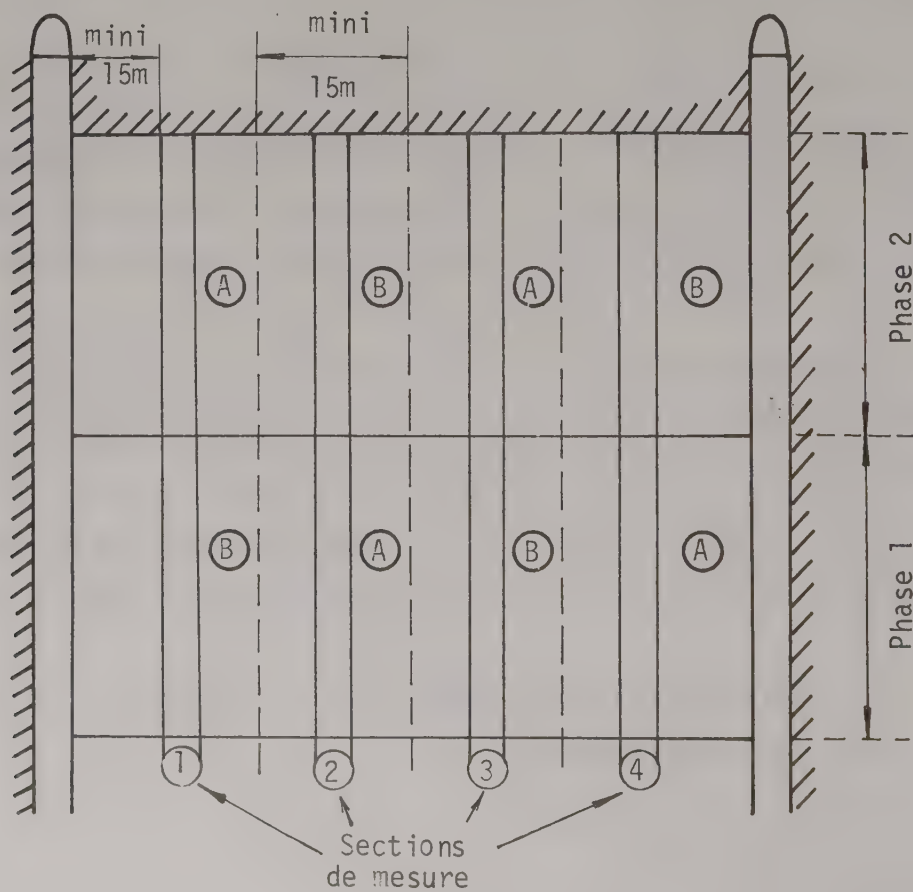


FIG 2

PLAN D'EXPERIENCE POUR LA COMPARAISON DE DEUX SOUTÈNEMENTS A ET B
DANS UN PANNEAU DE TAILLE



- simplicité et rapidité des mesures qui ne doivent pas gêner l'exploitation, mais cependant aucun des aspects du comportement du toit (dégradations, déformations) ou de l'exploitation (fonctionnement et utilisation du soutènement) ne peut être négligé sans se priver d'une possibilité de découvrir l'origine d'un phénomène observé.
- standardisation des mesures indispensables pour effectuer des comparaisons entre cas expérimentaux et pour dépouiller automatiquement les mesures mais aussi souplesse suffisante pour s'adapter aux différentes méthodes d'exploitation (type d'abatage, type de soutènement).

Principe et organisation

Le principe retenu est de concentrer la majorité des mesures dans une zone de taille de 8 éléments de soutènement appelé section de mesures (figure 1). Si la taille est en conditions naturelles et d'exploitation homogène, on se contentera pour un diagnostic, d'une seule section de mesure. Pour des problèmes de comparaison, deux types de soutènement par exemple, il est par contre préférable d'équiper des zones de taille avec les deux soutènements et d'implanter une section de mesure dans chaque zone. En assemblant ainsi les sections, chacune constituant une campagne en elle-même, il est possible de réaliser des plans d'expérience complets (figure 2).

Le deuxième principe est de lier toutes les caractéristiques relevées au cycle de travail de la taille. L'ensemble des mesures se répétant à chaque cycle d'avancement, il est possible de relier le comportement du toit au traitement que lui fait subir l'exploitation. D'autres phénomènes se produisent



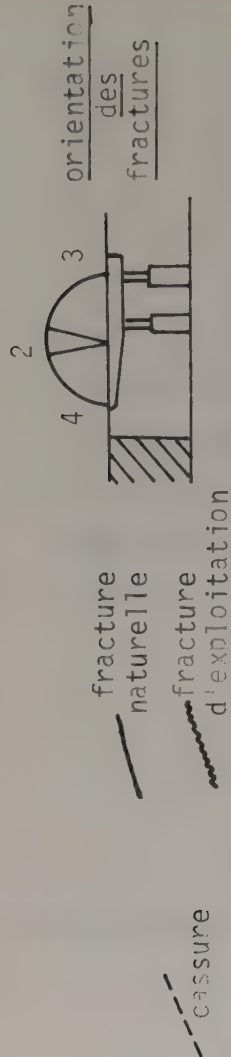
avec une périodicité supérieure au cycle de taille tant pour l'exploitation (longs arrêts de fin de semaine par exemple) que pour les terrains (ruptures périodiques du toit) l'observation doit donc durer suffisamment longtemps pour donner une photographie exacte : plus de 30 cycles d'avancement et plus de quinze jours.

L'interaction permanente dans une taille entre le comportement des épontes et la méthode d'exploitation exige que soient effectuées simultanément :

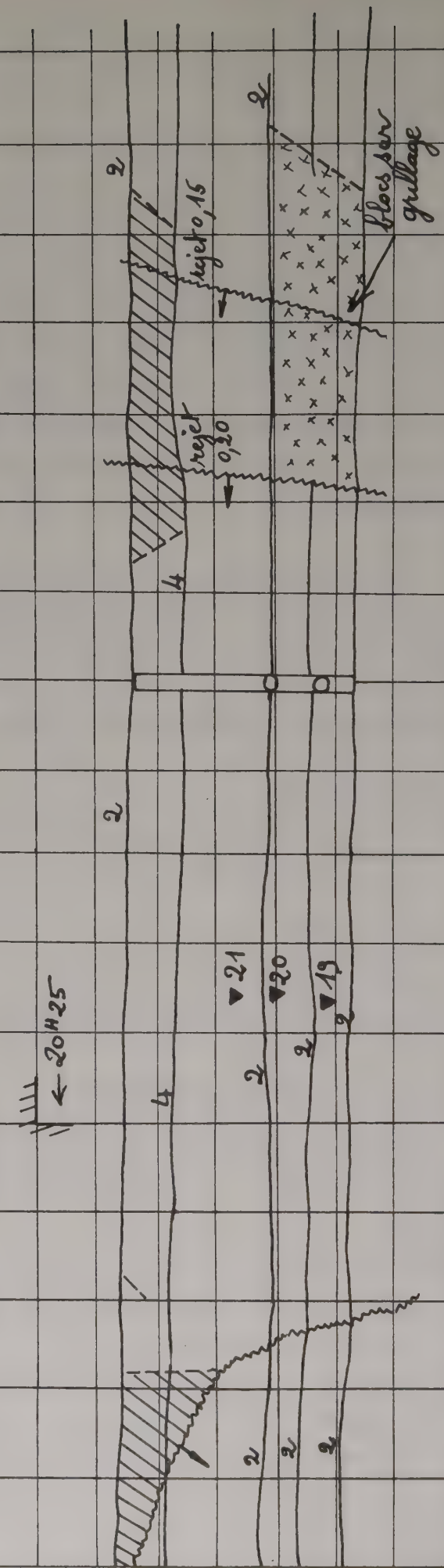
- la caractérisation des conditions naturelles et d'exploitation
 - . tectonique
 - . lithographie et résistance mécanique des épontes
 - . méthode d'exploitation
- le comportement du toit
 - . déformations (convergences)
 - . dégradations (plan de fracturation et de chutes)
- le comportement du soutènement
 - . portance (pression de pose, montée en charge, rendement)
 - . coulisement et pénétration dans les épontes
- l'organisation du chantier
 - . position du soutènement (distance non soutenue, distance aux vieux travaux)
 - . mise en place du soutènement (retard sur l'abattage, vitesse de boisage)
 - . contact du soutènement avec les épontes

FIG 3

RELEVÉ DE FRACTURATION (extrait)



CAMPAGNE			SIEGE			TAILLE			DATE								
BACS N°	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Hauteur chute	0,50	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30	0,40 0,80	0,40 1,00	0,40 1,00	1,00	—
F ₁																	
D.N.S.	2,95	3,25	3,10	2,95	2,90	3,00	2,25	2,20	2,30	2,35	2,40	2,45	2,30	2,45	2,30	2,35	2,25



La prise des mesures s'articule en 4 niveaux :

- les caractéristiques attachées au panneau étudié
- les mesures sur l'ensemble de la taille relevées une fois par poste de travail
- les mesures concernant les 8 éléments de soutènement de la section qui se répètent à chaque cycle
- les mesures liées aux travaux en taille effectuées au centre de la section de mesure.

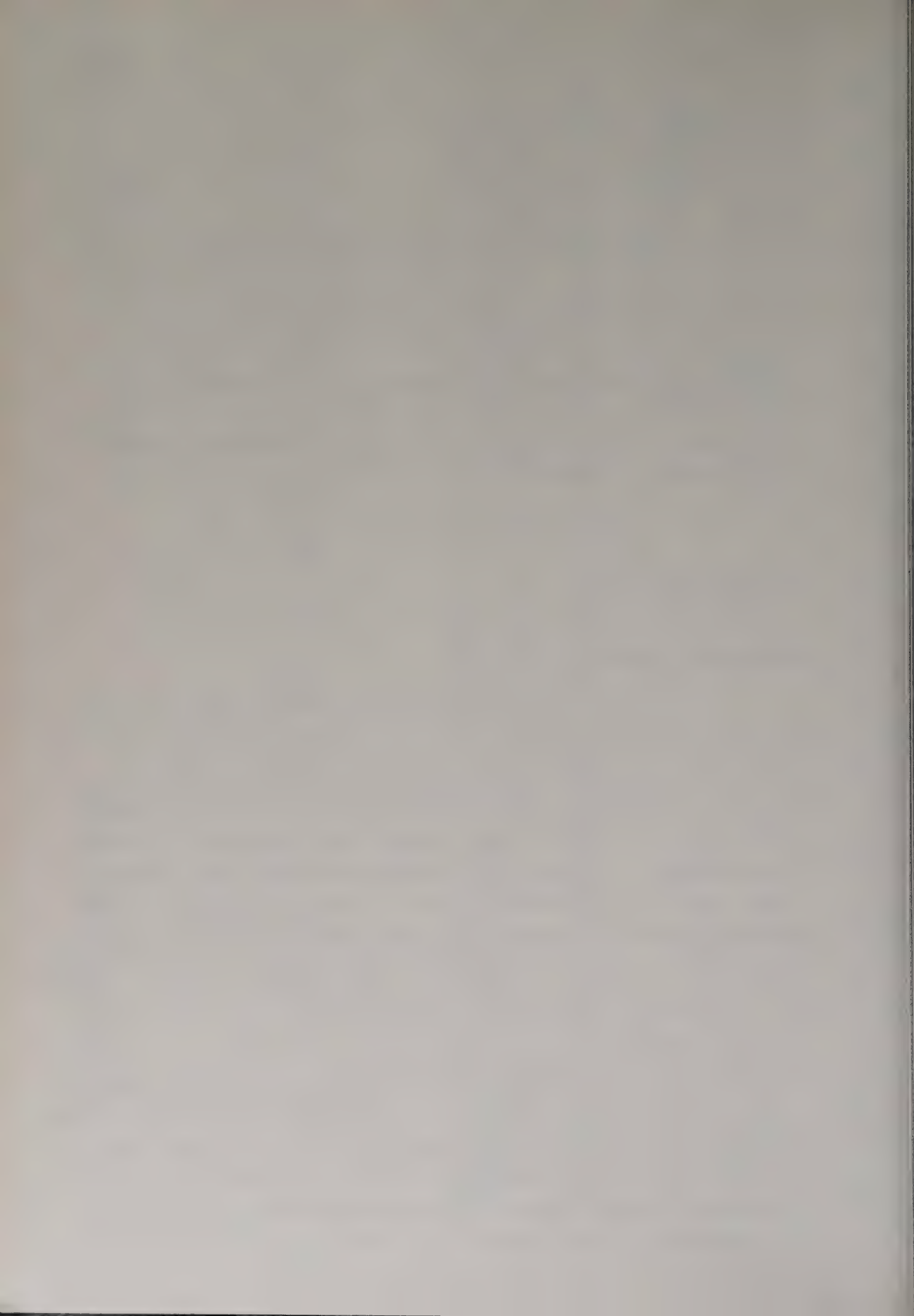
PRISE DES MESURES

Mesures de campagne :

Les différentes mesures sont complétées par un dossier relatif à la taille étudiée qui précise les conditions naturelles et d'exploitation de l'étude. Une attention particulière est portée à la lithologie des épontes immédiates pour laquelle est prélevée une carotte au toit (10 m) et au mur (5m) dans chaque voie entourant la taille. Les carottes sont soumises à un examen lithologique dans lequel sont notées précisément les limites entre bancs et la présence de strates même très fines de charbon, schistes ou argile pouvant constituer des plans préférentiels de glissement. Les caractéristiques mécaniques sont déterminées par un test de dureté CERCHAR (voir bibliographie référence J7).

Mesures de poste :

L'état de dégradation du toit est un paramètre complexe, fonction non seulement de l'exploitation mais aussi des conditions naturelles, c'est pourquoi il semble préférable de tenir compte de l'ensemble du toit découvert en taille. A chaque poste est effectué un relevé (figure 3) qui constitue une "photographie" de l'ensemble du toit découvert. Ce plan de taille à l'échelle



1/100 repère les chutes de toit, la position et l'inclinaison des failles et discontinuités stratigraphiques ainsi que des cassures et fractures. Une attention particulière est portée aux éléments qui limitent les chutes de toit afin d'en déterminer l'origine. Les fractures sont repérées selon 3 critères, leur origine (naturelle ou d'exploitation), leur état de surface (frotté ou non) et leur inclinaison par rapport au toit.

Tous les 1,5 m est mesurée de plus la hauteur de chute de blocs au toit, la distance non soutenue à front et la distance aux vieux travaux.

Mesures de cycle :

Ces mesures prises à chaque avancement de la taille sur l'ensemble de la section de mesure sont destinées plus particulièrement à caractériser le comportement du soutènement. Ce dernier est en effet généralement trop dispersé d'un élément à un autre pour que l'on puisse se contenter de l'étude de la pile de mesure.

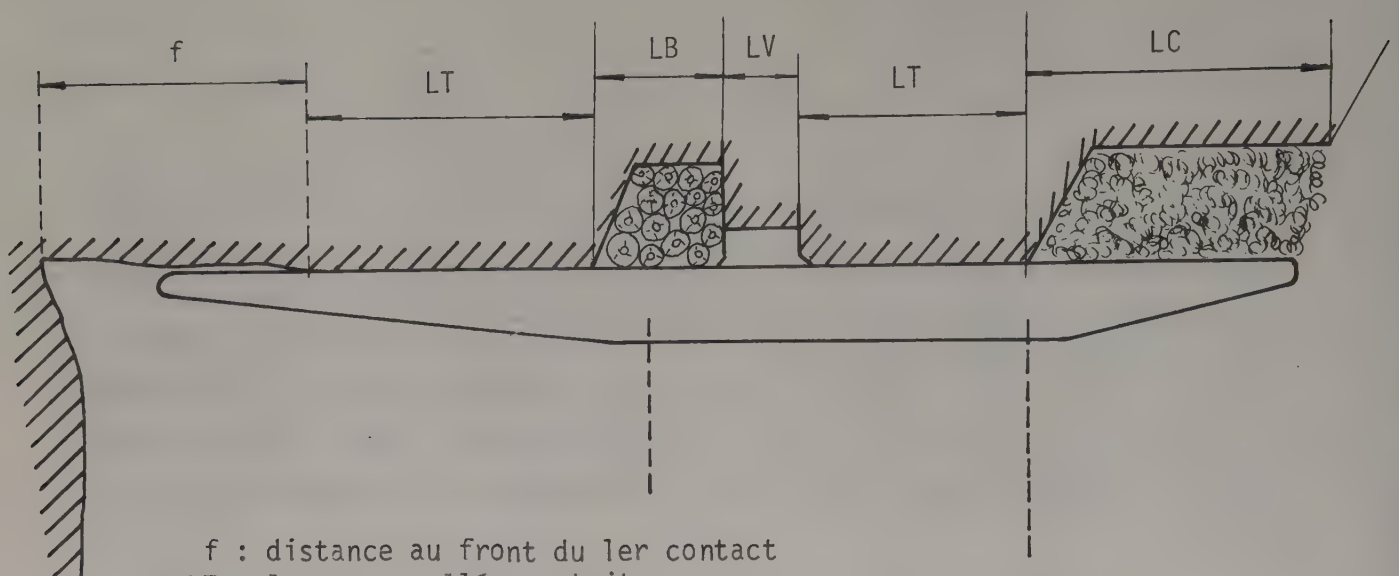
. Avant l'opération de mise en place du soutènement sera relevée la pression interne des différents vérins des 8 piles (pression de stabilisation)

. Puis l'heure de mise en place des éléments de soutènement permettra de déterminer la vitesse de ripage et par comparaison avec l'heure de passage de la haveuse le retard du soutènement sur l'abattage.

. Enfin, lors de la mise en place du soutènement sera notée la pression interne des vérins des 8 piles (pression effective de pose), les écartements entre piles et les contacts entre le soutènement et les épontes au toit et au mur (figure 4), la distance aux vieux travaux foudroyage ou remblayage.

FIG 4

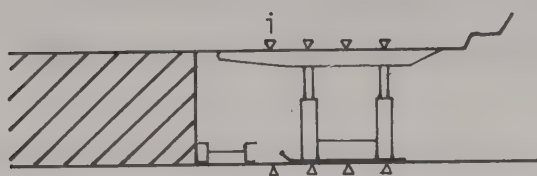
CONTACT ENTRE LE SOUTÈNEMENT ET LE TOIT



f : distance au front du 1er contact
 LT : longueur collée au toit
 LB : contact avec du bois
 LV : vide sur le chapeau
 LC : contact avec des cailloux

FIG 5

CYCLE DE MESURE (CAS HAVEUSE ET SOUTÈNEMENT MARCHANT)



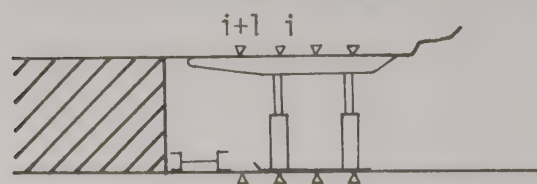
Pose du doublet i
 et avant havage



Après havage et
 avant ripage



Après ripage



Pose du doublet i + 1

. A la pose du doublet de convergence, sera relevée la distance des broches référencées i et $i + 1$ (pas d'avancement du cycle).

Mesures cyclées :

Le dispositif expérimental comprend des manomètres équipant tous les vérins de la pile de soutènement située au centre de la section et 2 files de doublets de convergence implantés de part et d'autre de cette pile (figure 1).

Le cycle de mesure commence par la pose d'un nouveau doublet de convergence après le ripage du blindé (référence i figure 5). Il est alors effectué un ensemble de mesures qui se répètera à divers moments du cycle, dépendant de l'équipement de la taille par exemple dans le cas d'une haveuse et d'un soutènement marchant.

- avant et après passage de la haveuse au centre de la section
- avant et après ripage des éléments de soutènement de la section de mesure.

A chacun de ces instants sont relevés :

- o la distance des différents doublets de convergence
- o l'élongation des vérins de la pile centrale
- o la pression interne de ces vérins
- o la distance non soutenue à front en face de la pile de mesure.

Ces mesures liées aux travaux effectués en taille vont permettre de connaître le comportement du toit en fonction du traitement que lui fait subir l'exploitation. Elles rendent compte également d'un élément important, l'enchaînement dans le temps des diverses opérations.

CAMPAGNE : 80

PHASE :

DATE : 12-5-72

REFERENCE : 200

VEINE : QJ6

SECTION : 55

POSTE : 12^{H00}

MEASUREUR : ToBol

	MESURES			POSE	Avt RIP. des piles	Ap. RIP. des piles	AVANT HAVAGE	PASSAGE HAVEUSE		DISTANCE ENTRE LIGNES 1 ET 2
REF.	HEURE			15 ^H 45	15 ^H 50	16 ^H 10	17 ^H 15	17 ^H 20		
200	CONVERGENCE	DOUBLET 1	L1	685	683	675	670			6,73
199			L2	657	654	645	641			
198			L3	504	502	495	490			
			L4							
			L5							
			L6							
			L7							
200		DOUBLET 2	L1	647	644	635	630			
199			L2							
198			L3	600	597	589	585			
			L4							
			L5							
			L6							
			L7							
G6	COULISSEMENT	W	D	467	467	502	500			F1 (mur) F2 (toi Pendage
			G	429	429	465	464			
		AR	D	404	402	470	469			
			G	400	400	471	470			
	PRESSION	W		220 160	220 160	180 140	240 240			
		AR		120	120	140	140			
	D.N.S			2,80	2,80	2,00	2,00			

FIG 6

PIPAGE DES PILES

PILES		52	53	54	55	56	57	58	59
HEURE 1		15 ^H 55						16 ^H 05	
PRESSION	AV. RIP.	240/200	260/200	140/220	220/160	300/240	300/300	280/260	
	AP. RIP.	140	140	100	120	200	160	200	
	AV. RIP.	220/140	280/200	220/220	180/140	280/240	200/200	160/100	
	AP. RIP.	140	140	120	140	200	200	180	
TOIT 2*		4	4	4	4	4	4	4	
MUR **		1	1	1	1	1	1	1	

CODE : * Chapeau collé au toit : 1
 Chapeau sous bois : 2
 Chapeau sous pierres : 3
 Chapeau sous charbon : 4

** Pile sur bon mur : 1
 Pile sur charbon : 2
 Pile sur fines : 3

Avec la pose du nouveau doublet de convergence (référence $i + 1$) se termine le cycle de mesure ; la taille se retrouve dans le même état qu'au début du cycle mais elle a progressé d'un avancement, un nouveau cycle de mesures commence .

DEPOUILLEMENT DES MESURES

Une campagne de mesures permet la collecte d'un très grand nombre d'informations : une section suivie pendant 50 avancements de la taille représente environ 10 000 mesures .

Le dépouillement dont l'objectif est de préparer l'interprétation des résultats, doit être organisé de façon à pouvoir fournir dans des délais compatibles avec les nécessités de l'exploitation (15 jours à un mois) d'une part les valeurs caractéristiques des différentes mesures, d'autre part les éléments permettant d'apprécier les liaisons entre les différents critères du comportement.

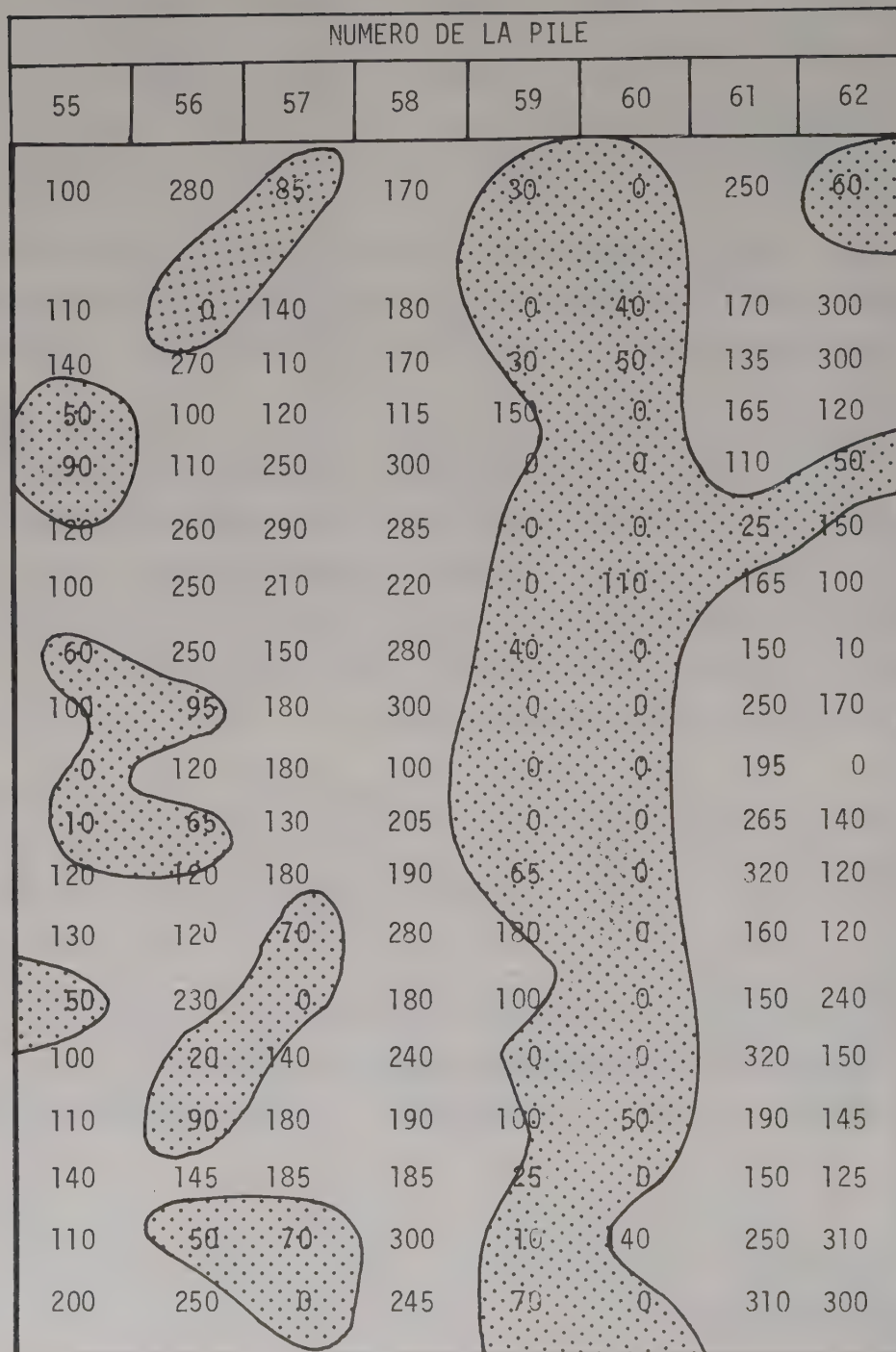
Pour les mesures de poste (relevé de dégradation du toit) qui gardent un caractère qualitatif important, le traitement manuel a été conservé. Les différents relevés sont reportés sur un plan de fracturation où sont déterminés :

- la surface et la hauteur de chutes du toit
- la densité et la nature de la fracturation
- l'origine des chutes de toit et le processus de dégradation

Pour les mesures de cycle et à l'intérieur du cycle, en nombre très important, le dépouillement statistique a été entièrement automatisé. La chaîne de dépouillement implantée actuellement sur un ordinateur CII 10 070 permet d'enchaîner

FIG 7

CARTE DES PRESSIONS REELLES AVANT RIPAGE (extrait)



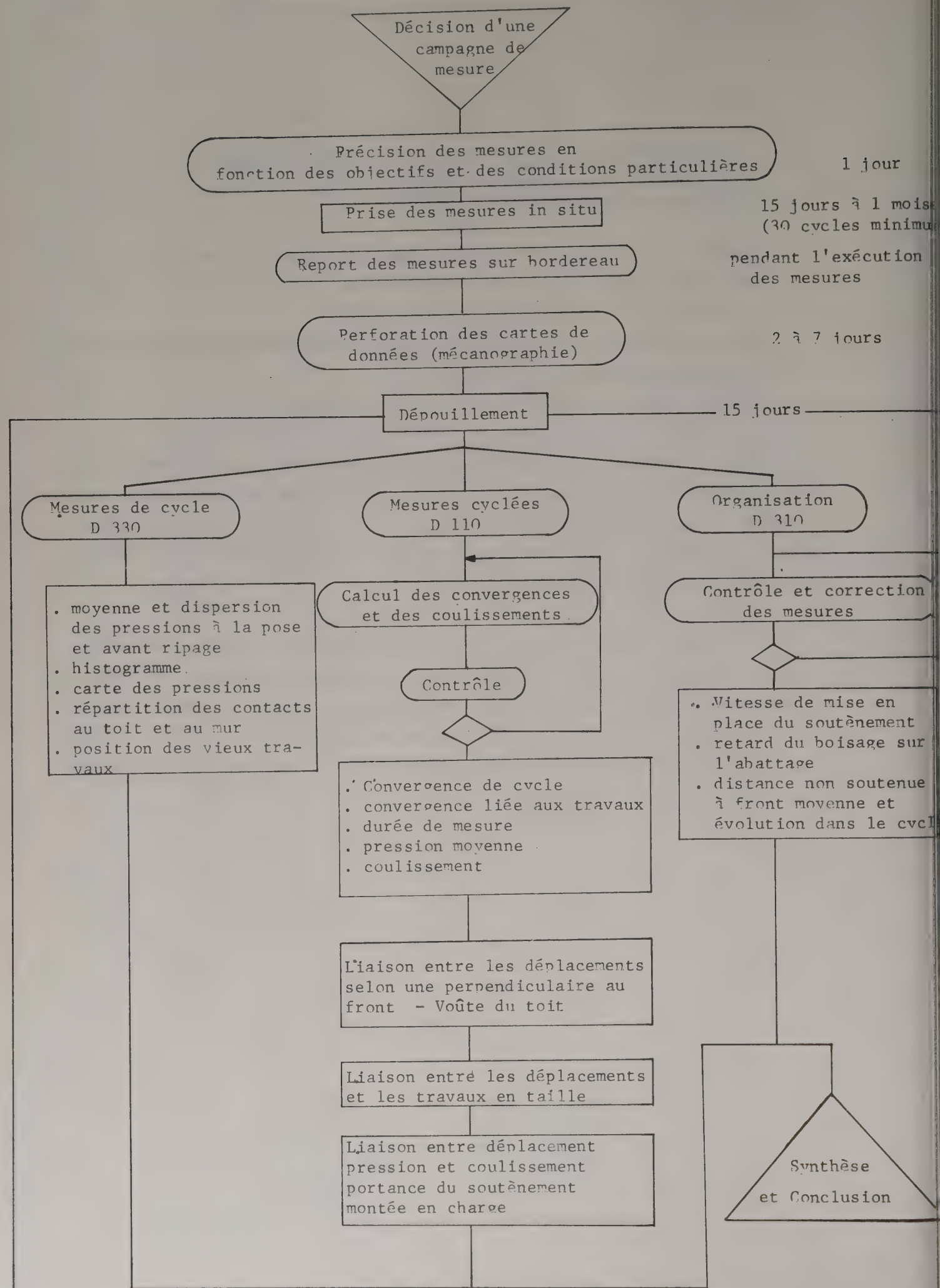
les différentes parties du traitement :

- . calcul des mesures à partir des données brutes
- . contrôle de la validité des mesures et correction
- . statistique des différentes mesures
- . détermination des valeurs caractéristiques nécessaires à l'interprétation
- . étude des liaisons entre les paramètres

Une organisation modulaire du programme permet d'effectuer tout ou partie du traitement à l'aide de carte paramètre simple (voir organigramme général). Un contrôle constant peut être effectué de façon à intervenir "manuellement" sur l'élaboration du dépouillement.

Ce dépouillement automatisé présente deux avantages. D'une part, il permet d'obtenir en quelques semaines la totalité des valeurs caractéristiques d'une taille ; d'autre part l'information relative à une étude est stockée de manière connue de telle sorte qu'elle reste disponible à tout moment pour un nouveau type de traitement.

ORGANIGRAMME GENERAL D'UNE ETUDE EN TAILLE



CONCLUSION

La méthode qui vient d'être présentée constitue, depuis plusieurs années, l'ossature expérimentale des études de mécanique des terrains entreprises dans les Charbonnages de France. Le personnel nécessaire, un technicien, plus un mesureur par poste d'abattage, ainsi que le délai de réponse de 1 à 2 mois, permettent d'utiliser la méthode pour répondre à des problèmes d'exploitation tels que diagnostic de taille et modification de soutènement. La même méthode de mesure a permis de remplir des objectifs plus larges de recherche appliquée tels que l'action sur le toit d'un nouveau type de soutènement ou la recherche du mécanisme de dégradation d'un type de chantier. La relative légèreté de la méthode permet de multiplier les cas expérimentaux dans des conditions naturelles variées et choisies. Ces mesures "standard" qui permettent de comparer les différents cas expérimentaux peuvent être complétées par des mesures plus spécifiques adaptées à chaque problème.

Nous avons en particulier utilisé les mesures d'expansion de la couche et des mesures de variations de contraintes dans la couche ou dans les vieux travaux à l'aide de capsules pressiométriques développées par le CERCHAR. Ces mesures plus physiques sont toujours en nombre limité. Dans les conditions expérimentales minières, étant donné le grand nombre de facteurs du comportement difficilement contrôlables, il est très important d'associer aux mesures traitant d'un point particulier, des mesures statistiques précisant les conditions expérimentales. Ainsi, c'est par la rigidité d'une méthode expérimentale constante qu'il a été possible d'atteindre l'efficacité et la souplesse d'utilisation.



ANNEXE 2

EXPERIMENTATION EFFECTUEE



Les caractéristiques principales des cas expérimentaux sont données dans le tableau qui constitue l'essentiel de cette annexe. On y trouvera également quelques résultats concernant la portance du soutènement, les déformations et la fracturation du toit.

Les mesures ont été regroupées en 94 cas, chaque cas correspondant à un même soutènement dans une même taille.

L'expérimentation a porté sur la quasi totalité des unités de production des bassins du Nord Pas-de-Calais et de Lorraine, ainsi que sur 3 houillères du bassin du Centre Midi (Provence, Cévennes, Blanzey). Les 94 cas se répartissent sur 46 tailles différentes prises 32 veines de conditions géologiques diverses (voir le tableau pour le toit). La plus grande partie concerne les plateaux foudroyés (66 cas), on compte 15 cas pour les tailles montantes de semi-dressant avec remblai hydraulique et 10 cas pour les tailles traitées avec remblai pneumatique. Enfin, les 3 derniers cas concernent les tailles épaisses avec soutirage.

L'ensemble de ces cas a été étudié par la méthode expérimentale dont l'évolution depuis 1966 est décrite dans l'introduction. Certains ont déjà fait l'objet de publications auxquelles on pourra se reporter pour plus de détails :

Campagnes 11, 16 et 18	voir SEAM F19
Campagne 20	voir JEGER et LORY F17
Campagne 99	voir PITSILIS F14 à 16
Pour les dressants (94,93,90,89,88,87,84,82,85)	voir LEONTIDIS F20
Pour les tailles soutirées (46,47,48)	voir FIGUET (thèse à paraître).



LEGENDE DU TABLEAU

Colonne 3 : Code

le numéro de 2 chiffres caractérise la taille étudiée
la lettre distingue les différentes modalités essayées
dans cette taille

on regroupe ainsi sous un même numéro une ou plusieurs
(jusqu'à 6) sections de mesures suivies pendant 20 à
200 cycles.

Colonne 4 : Ouverture moyenne en mètre

Colonne 5 : Profondeur moyenne du chantier en mètre

Colonne 6 : Pendage

le premier nombre donne le pendage moyen parallèlement
au front

le deuxième, le pendage moyen perpendiculairement à lui,
le signe - pour une exploitation descendante, + si non

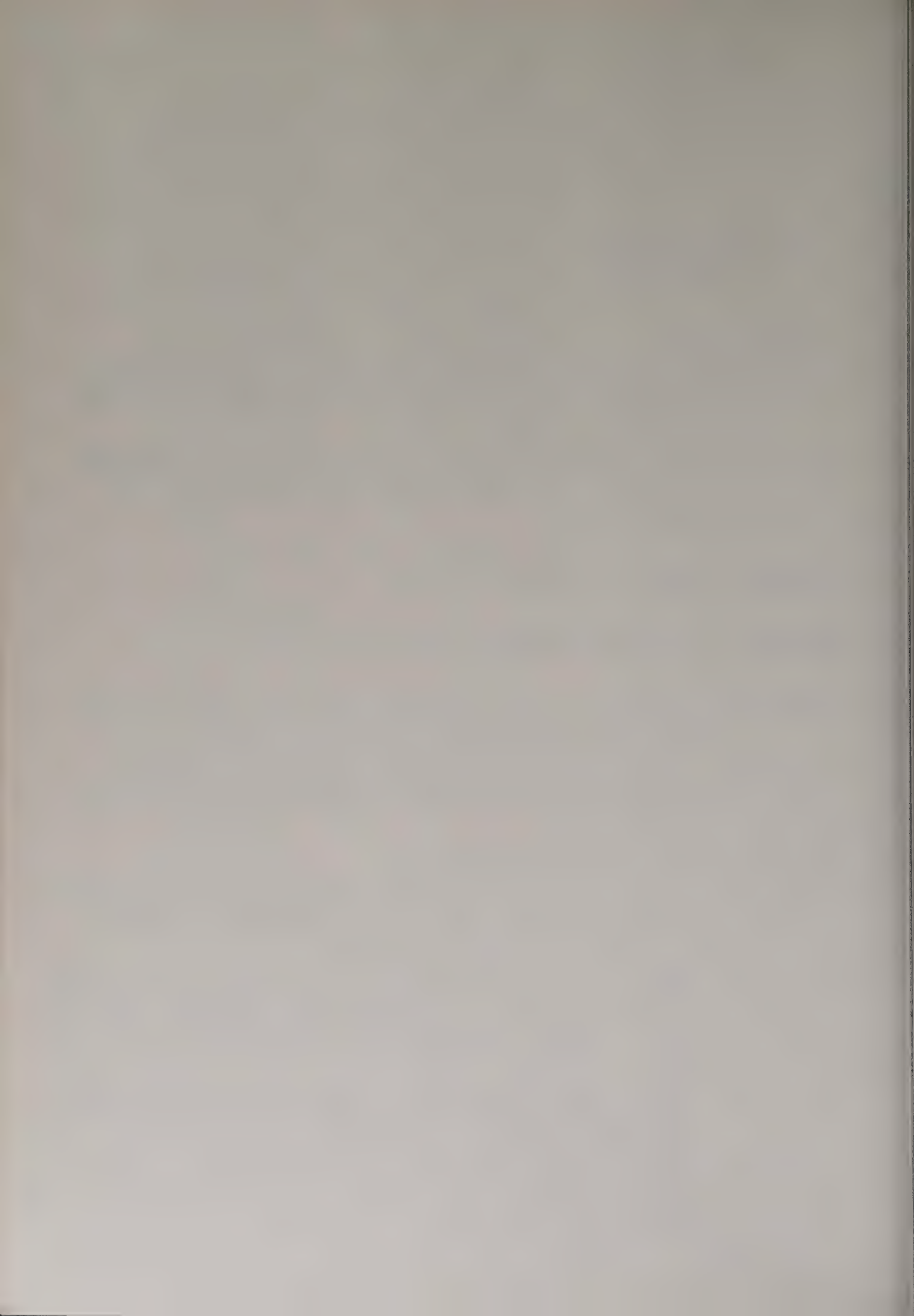
Colonne 7 : Coefficient d'affaissement

il s'agit du coefficient utilisé pour déterminer l'ouver-
ture équivalente (calcul de convergences) il est pris
à 1,00 pour un chantier foudroyé

pour le remblai hydraulique, il a été pris à 0,13 corres-
pondant à la moyenne des mesures d'affaissement effectuées
dans le remblai lorsqu'il n'y a pas été faite de mesures
dans le chantier

pour le remblai pneumatique, il a été tenu compte chaque
fois que possible du remplissage effectif de l'arrière-
taille

pour les tailles soutirées, on a tenu compte du taux
de défruitement.



- Colonne 8 : Abattage
type d'abattage R rabot, H haveuse, P piqueur.
- Colonne 9 : Abattage - Pas
pas d'avancement du chantier effectué à chaque cycle
(moyenne)
- Colonne 10 : Soutènement
type de soutènement H hydraulique individuel, F friction,
M marchant, B bouclier
- Colonne 11 : Soutènement CP
charge de pose théorique en Tonnes par mètre de front
d'après les caractéristiques de la pompe de pose.
- Colonne 12 : Soutènement CC
charge de coulisement théorique en Tonnes par mètre de
front d'après le tarage des soupapes de décharge.
- Colonne 13 : Pression de pose
Pression moyenne effectivement observée quelques instants
après la pose en T/m.
- Colonne 14 : Pression moyenne
Moyenne des pressions effectivement exercée par le
soutènement au cours des cycles observés en T/m.
- Colonne 15 : Convergence calculée d'après la formule $CV = 200 (qW)^{3/4} H^{-1/4} \left(\frac{0,30}{PM} + 0,33 \right)$ en mm par mètre d'avancement.
(W ouverture en m, H profondeur en mètre, q coefficient
d'affaissement), PM portance moyenne en T/mf.
- Colonne 16 : Convergence moyenne observée en mm par mètre d'avancement.
- Colonne 17 : Convergence géométrique : calculée d'après (en mm/m)
 $CV = 200 (qW)^{3/4} H^{-1/4}$

Colonne 18 : CV ripage/CV cycle rapport entre la convergence qui se donne pendant le ripage du soutènement marchant et la convergence totale de cycle.

Colonne 19 : CV2/CV1

CV1 = convergence moyenne par cycle au niveau de la première ligne d'étaçons (ligne 1)

CV2 = convergence moyenne par cycle d'un point situé sur une même perpendiculaire au front à une distance égale au pas d'avancement (ligne 2).

Colonne 20 : Type de toit

classification des toits en 3 classes d'après la lithologie et la fracturation.

Colonne 21 : Premier banc nature lithologique

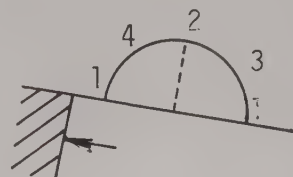
Colonne 22 : Premier banc épaisseur en m

Colonne 23 : Nature lithologique des 5 premiers mètres de toit.

Colonne 24 : Nombre de bancs différenciés sur les 5 premiers mètres.

Colonne 25 : Système de fracture

type de fractures observées
d'après leur orientation
le premier chiffre indique
la fracturation primaire.





EINE	LOCALISATION	CODE	OUVERTURE	PROF.	PEND.	COEF. Affais.	SOUTÈNEMENT	PRESSION	PRESSION	CONV.	CONV.	ABAT.	CONV.	CV. RIPAGE	CV2	TYPE	1 ^e BANC	SUR 5 M	SYST.		
							cp cc	pose	moyenne	calc.	moy.	PAS	gém.	CV. cycle	CVL	toit	nature	épaisseur	nature	nb bancs	frac.
the	Lens T.5	01A	1,00	760	10/-3	1,00	H 42 84	-	64	31	25	R 0,70	38	-	1,21	II	Sch.	0,50	Sch et SG.	5	-
		01B	"	"	"	1,00	H 42 132	-	84	26	22	"	"	-	1,24	"	"	"	"	"	-
		01C	"	"	"	"	H 42 180	-	96	24	21	"	"	-	1,11	"	"	"	"	"	-
		01D	"	"	"	"	H 60 84	-	66	31	23	"	"	-	1,25	"	"	"	"	"	-
		01E	"	"	"	"	H 60 132	-	102	24	22	"	"	-	1,19	"	"	"	"	"	-
		01F	"	"	"	"	H 60 180	-	110	23	21	"	"	-	1,19	"	"	"	"	"	-
		01G	"	"	"	"	H 120 132	-	94	25	20	"	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
		01H	"	"	"	"	H 120 180	-	114	22	19	"	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
		01I	"	"	"	"	H 120 228	-	148	20	19	R	"	-	1,04	"	"	"	"	"	-
	Lens T.7	02A	1,00	760	9/+2	1,00	H 108 120	-	-		22	R	"	-	1,00	Sch	0,60	Sch et SG.	5	-	
		02B	"	"	"	1,00	F - -	-	-		25	"	"	-	1,10	"	"	"	"	"	-
		02C	"	"	"	1,00	F - -	-	-		26	R	"	-	1,10	"	"	"	"	"	-
sin	Henin-L. T.5	03A	1,20	440	6/+2	1,00	H 72 72	54	58	44	41	H 0,80	50	-	1,27	I	Sch fract.	1,30	Sch et SG.	4	-
		03B	"	"	"	"	H 72 108	63	65	41	37	"	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
		03C	"	"	"	"	H 72 144	63	69	39	35	"	"	-	1,26	"	"	"	"	"	-
		03D	"	"	"	"	H 108 108	60	59	43	36	"	"	-	1,16	"	"	"	"	"	-
		03E	"	"	"	"	H 108 144	72	75	37	28	"	"	-	1,01	"	"	"	"	"	-
		03F	"	"	"	"	H 108 180	78	81	36	27	"	"	-	1,10	"	"	"	"	"	-
		03G	"	"	"	"	H 144 144	87	86	34	30	"	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
		03H	"	"	"	"	H 144 180	78	89	34	23	H	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
		03I	"	"	"	"	H 144 216	84	87	34	26	H	"	-	1,00	"	"	"	"	"	-
épine	Henin-L. T.8	04A	1,60	506	3/+2	1,00	H 60 72	44	60	52	43	H	60	-		III	Sch G	2,40	Grès	2	34 ?
		04B	"	"	"	"	H 60 120	50	90	40	44	"	"	-		"	"	"	"	"	
		04C	"	"	"	"	H 60 168	59	114	36	40	"	"	-		"	"	"	"	"	
		04D	"	"	"	"	H 60 216	52	132	33	31	"	"	-		"	"	"	"	"	
		04E	"	"	"	"	F - -	-	-		56	"	"	-		"	"	"	"	"	
		04F	"	"	"	1,00	H 72 120	-	-		48	H	"	-		"	"	"	"	"	
ne	Oignies P.2	05A	1,10	530	4/3	1,00	H 24 150	30	74	34	26	R 0,80	45	-	1,20	II	lentille	Sch tendre	Sch à G.	5	"
rus)		05B	"	"	"	"	H 60 150	42	78	33	22	"	"	-	1,10	"	"	"	"	"	
		05C	"	"	"	"	H 96 150	54	80	32	19	"	"	-	1,06	"	"	"	"	"	
		05D	"	"	"	"	H 132 150	78	92	30	24	" 0,80	"	-	1,10	"	"	"	"	"	
cllia	Oignies T.61	23.	1,15	605	10/-3	1,00	M 41 76	25	29	65	68	" 0,66	44	0,75	1,17	I	lentille	sch tendre	grès	1	32
	T.6	11A	1,00	750	2/+6	"	F - -	12	34	49	33	R 0,60	38	-	1,05	I	Sch. ch.	0,50	varié	15	22
		11B	"	"	"	"	F - -	11	35	48	33	R 0,80	38	-	1,10	I	Sch. ch.	0,50	varié	15	22
ine	T.10	12A	1,40	500	"	"	F - -	11	37	65	71	R	54	-	1,28	I	"	"	"	"	
		12B	"	"	"	"	F - -	10	33	72	96	R	54	-	1,24	I	"	"	"	"	
umont		13.	1,90	550	"	"	H 84 120	63	109	40	55	"	65	-		"	"	"	"	"	
lie	Lens T.11	16A	1,40	550	8/-2	"	M 63 81	52	67			R 0,60	53	0,43	1,23	III	Sch.	0,20	Ch, Sch G	3	32
		16B	"	"	"	"	M 63 81	55	68	49	42	R 0,30	"	0,48	1,10	"	"	"	"	"	
		16C	"	"	"	"	M 48 81	34	70			R 0,60	"	0,45	1,20	"	"	"	"	"	
		16D	"	"	"	"	M 48 81	32	55			R 0,30	"	0,57	1,03	"	"	"	"	"	
	T.15	21.	1,35	560	8/+4	"	M 57 81	49	67	42	61	R 0,57	52	0,35	1,20	Sch	0,50	Ch., G	3	34	
	T.16	22.	1,30	580	9/-6	1,00	M 59 81	59	73	38	61	R 0,60	50	0,47	1,04	Sch	0,50	Ch., G	3	32	
ert	Henin T.2	17.	1,00	550	"	1,00	F - -	164	21	32	R 0,80	41	-	1,20	III	Sch	0,70	Ch., G	5	-	
veine	Bruyat T.3	18A	1,50	800	19/+2	1,00	F - -	18	100	32	52	H 0,60	51	-	1,15	II	Sch	2,50	Sch	7	34
		18B	"	"	"	1,00	F - -	14	85	35	48	H 0,80	51	-	1,29	II	Sch	2,50	Sch	7	34
veine	Auchel T.147	19A	1,35	560	5/-8	1,00	M 43 81	35	69	41	32	H 0,58	52	0,35	1,12	II	Sch	1,00	Sch et SG	8	32
	"	19B	"	"	7/-5	1,00	M 35 81	30	67	42	33	H 0,58	52	0,30	1,09	II	Sch	1,00	Sch et SG	8	32
tor	Lens T.5257	20.	2,50	350	10/-7	1,00	F - -	6	44	98	126	P 1,10	92	-	1,09	III	Sch, G	0,50	Grès	2	33
veine	Ostricourt																				
	T.421	24.	2,05	515	2/0	1,00	M 101 187	76	94	47	49	R 0,70	72	0,45	1,11	III	Sch	0,50	Sch et G	10	32
	"	T.314	26.	1,80	505	2/+2	F - -	20	37	80	84	R 0,80	66	-	1,27	Sch	0,50	SG et G	4	32	
	"	T.312	28.	1,90	495	7/+8	M 73 100	66	78	51	39	R 0,60	69	0,39	1,19	Sch	1,00	Sch et SG	3	32	
	"	T.421b	30A	1,90	515	2/+2	M 103 168	96	167	34	55	R 0,69	68	0,32	1,05	Sch	0,50	Sch et G	10	22	
	"	T.421b	30B	1,90	515	2/+2	M 130 184	111	154	35	42	R 0,62	68	0,48	1,11	III	Sch	0,50	Sch et G	10	22
paumes	Valenciennes	T.2	1,15	535	21/-3	1,00	M 47 76	38	51	38	38	R 0,69	46	0,69	1,20	III	Sch, Ch	0,20	Sch G et G	5	-
riette	Ostricourt T.59	27.	1,00	655	2/-3	1,00	F - -	20	49	39	28	R 0,93	40	-	1,25	III	Sch	0,20	Sch G et G	4	32
	"	T.60	29.	1,00	630	2/+9	F - -	29	51	38	38	R 0,96	40	-	1,11	III	Sch	1,30	Sch G	5	33
sa	Lens T.32	31.	1,45	905	7/+5	1,00	B 42 56	28	32	65	65	R 0,55	48	0,38	1,20	I	Sch Ch.	0,10	Sch	6	32
gle		49.	2,33	490	4/-1	1,00	B 92 115	71	86	58	50	R 0,65	80	0,45	1,03	III	Calcaire	0,50	Calcaire	3	-
valbach	La Houve Q 44	99A	2,10	580	0/-6	1,00	H 45 107	-	73	54	63	H 0,68	71	-	1,04	II	Sch	0,30	Sch G et G	7	24
		99B	"	"	"	"	H 72 133	58	81	51	53	H	"	0,41	1,01	"	"	"	"	"	
		99C	"	"	"	"	H 108 180	75	103	44	40	H	"	0,30	1,00	"	"	"	"	"	
		99D	"																		

VEINE	LOCALISATION	CODE	OUVERTURE	PROF	PEND	COEF.	SOUTÈNEMENT			PRESSION	PRESSION	CONV.	CONV.	ABAT.	CONV.	CV. RIPAGE	CV.2	TYPE	1 ^e BANC		SUR 5 M		SYST.
							AFFAIS.	CP	CP		MOY.								NATURE	EPAISSEUR	NATURE	MB BANC	
1werth 1	Simon 3° rec	94.	2,00	400	0/34	0,13	M	59	106	59	67	14	14	H	0,70	16	0,34	1,00	Sch.Ch.	2,50	Ch,Sch,G	7	22
	Simon 2° rec	93A	1,90	400	0/34	0,12	M	76	106	69	80	11	14	H	0,75	15	0,29	1,00	"	"	"	"	"
		93B	1,90	400	0/34	0,12	M	51	106	49	65	13	16	H	0,75	15	0,25	1,00	"	"	"	"	"
ine 1a	Simon 7° TB	90.	1,95	360	0/32	0,11	M	51	106	47	50	15	12	H	0,70	16	0,63 *	1,33	Sch	0,90	Schg, G	5	0
ine 10	Simon 580 P.2	89A	2,20	480	0/30	0,13	M	68	106	57	61	15	16	H	0,70	16	0,53 *	1,44	Sch. Gr	0,60	Schg, G	3	33
	"	89B	2,20	480	0/30	0,13	M	114	178	89	102	11	16	H	0,70	16	0,53 *	1,30	"	"	"	"	"
	"	89C	2,20	480	0/30	0,13	M	88	133	61	70	14	16	H	0,70	16	0,49 *	1,40	"	"	"	"	"
	Simon 680 P.1	88A	2,00	650	0/30	0,13	M	59	106	54	68	12	21	H	0,70	15		1,54	Ch.	0,60	Schg. G	3	22
	"	88B	2,00	650	0/30	0,13	M	87	160	80	118	9	21	H	0,70	15		1,50	"	"	"	3	22
	Simon 680 P.2	87.	1,78	650	0/30	0,13	M	61	106	56	81	10	-	H	0,70	13	-	-					
	Simon 680 P.3b	84	2,10	500	0/36	0,15	M	59	106	58	66	15	21	H	0,70	15		1,18	Ch.	0,60	Sch. G	4	0
	Simon 680 P.5b	82A	2,30	500	0/34	0,13	M	66	106	59	79	13	21	H	0,75	17	0,44 *		Ch.	0,60	Schg, G	5	22
	"	82B	2,30	500	0/34	0,13	M	66	106	59	79	13	29	H	0,75	17	0,60 *		Ch.	0,60	"	5	22
ine 8	Wendel 850 Est	83.	1,75	780	0/40	0,13	M	61	106					H	0,75	12			Sch G	3,50	Sch G	2	33
ine 1a	Marienu 660 P.5b	85	2,15	600	0/35	0,11	M	54	106	50	52	13	16	H	0,70	14			Sch G	0,60	Sch Gr	5	0
uche 1	Ricard T.2	46.	4,50	840	7/2	0,8	M	73	181	64	72	78	131	P	0,72	97	0,39	1,00	Charbon		Sch,SG,G		-
couche	Roselay T.536	47.	12,00	310	5/9	0,57	M	140	186	91	114	128	160	H	0,56	203	0,33	1,00	Charbon		Sch.		-
couche	Darcy T.D	48.	12,30	797	12/-2	0,8	M	100	200	80	130	123	233	P	1,10	209	0,20	1,00	Charbon		Sch. G.		-



BIBLIOGRAPHIE DES ETUDES DE MECANIQUE DES
TERRAINS EN TAILLE DANS LES CHARBONNAGES FRANCAIS

- F1 SCHWARTZ B. Résultats de 5 campagnes de mesures sur le soutènement et les mouvements du toit dans les houillères de Lorraine.
RIM Décembre 1953.
- F2 SCHWARTZ B. Les réactions du soutènement aux mouvements des épointes
RIM Juin 1954
- F3 SCHWARTZ B. Les mouvements des épointes en taille
RIM Aout 1954
- F4 SCHWARTZ B. Les mouvements des épointes en taille
CAPELA R. RIM 1957
DUBOIS R.
- F5 SCHWARTZ B. Déformations des roches autour des excavations
Thèse Paris 1958
- F6 SCHWARTZ B. Utilisation des méthodes statistiques pour
BUISSON R. caractériser l'efficacité d'un soutènement et la
DUBOIS R. dureté du mur
Conférence internationale de Pressions de Terrains
Leipzig, Octobre 1958
- F7 SCHWARTZ B. Etude des épointes dans les exploitations minières
RIM Mai et Juin 1960
- F8 CHAMBON C. Influence des différents facteurs naturels ou
d'exploitation sur les convergences dans les tailles
Revue de l'industrie Minérale Mars 1965



- F9 CHAMBON C. Mécanique des Terrains houillers dans le cas
de déformations planes
Thèse Nancy, Novembre 1966
- F10 CHAMBON C. Influence de la vitesse d'avancement et du
soutènement sur les convergences dans les
longues tailles
Premier Congrès de la Société Internationale
de Mécanique des Roches - Lisbonne Septembre 1966
- F11 CHAMBON C. Etude et résultats sur le comportement du toit
en taille
RIM Avril 1967
- F12 DECOMPS J. Etude descriptive des éboulements en taille
RIM Avril 1967
- F13 HORTET R. Définition d'une méthode pour caractériser l'état
d'un toit de taille dans les houillères
Thèse Nancy 1967
- F14 PITSILIS J. Etude de l'état de dégradation du toit en taille
dans la veine Schwalbach
RIM Septembre 1969
- F15 PITSILIS J. Influence du soutènement hydraulique individuel
et marchant sur la dégradation du toit de taille
en veine Schwalbach
Documents techniques des Charbonnages de France
n° 1-1970
- F16 PITSILIS J. Etude du comportement du toit de la taille en
veine Schwalbach. Rôle du soutènement marchant
à haute portance
RIM Octobre 1970



- F17 JEGER C. et LORY M
 Mesures et observations faites en vue d'étudier
 les mécanismes de rupture d'un toit résistant
 et peu stratifié
 Documents techniques des Charbonnages de France
 n° 4-1970
- F18 POIROT R. Procédé de mesure des contraintes et des défor-
 mations dans un remblai minier
 Documents Techniques des Charbonnages de France
 n° 6-1971
- F19 SEAM MM. Contribution à l'étude du comportement des longues
 tailles mécanisées : influence du pas d'avancement
 Thèse Nancy 1971 et publications techniques des
 Charbonnages de France n° 7-1972.
- F20 LEONTIDIS M. Tenue des terrains houillers dans les exploi-
 tations par tailles montantes en semi-dressants.
 Thèse Nancy 1973

NOTA : R I M = Revue de l'Industrie Minérale.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ETRANGERES

Essai sur Maquettes

- E1 JACOBI O. Travaux de recherche pour la poursuite de
EVERLING G. l'évolution du soutènement de taille mécanisée
IRRESBERGER H. (New York 1969) traduction française
- E2 JACOBI O. Ausbrüche aus dem Strebhangenden unter Tage und
EVERLING G. im Model und Folgerungen für den schreitenden
IRRESBERGER H. Ausbau
Glückauf (100) 1964 p. 1413-24
- E3 GÖTZE W. Phases critiques de l'exploitation au démar-
rage des tailles à foudroyage (Luxembourg 1969)
- E4 JUBT W. Der Einfluss des Ausbauwiderstandes auf
Hangendstufen und Ausbrüche in einem Modell-
versuch (Glückauf juin 1971)
Dans un essai sur maquette, influence de la
portance du soutènement sur les décrochements
et les chutes de toit - Traduction CERCHAR
341 T 71

Etude de l'état du toit

- E5 JACOBI O. Die Bewegung zerbrochenen Gesteinsschichten
um Bergmännische Hohlräume
Glückauf 1957 p. 1393/1417
Les mouvements des couches de terrains fissurés
autour des zones dépilées
Traduction CERCHAR 916-57



- E6 JACOBI O. Ausbrüche aus dem Hangenden bei schreitenden Ausbau und ein Vorschlag für ihre Bekämpfung Glückauf 99 (1963) page 50/56
- E7 JACOBI O. Die Zunahme der Ausbrüche in Strebhangenden beim Unterbauen von Abbaukanten und bei Randeinfluss durch benachbarten Abbau Glückauf (101) 1965 pages 564/568
- E8 JACOBI O. Statistische Strebbeobachtungen STBV Kurznachrichten 60 Juin 1967
- E9 HERWIG H. Obtention statistique des influences sur les éboulements en tailles (Luxembourg 69)

Action du soutènement marchant sur le toit

- E10 LIEGEOIS R. Mesures effectuées en Belgique dans les tailles équipées de soutènement marchant Annales des Mines de Belgique 1961 p. 467/486
- E11 STASSEN P. Conclusion des journées d'informations sur le soutènement marchant en Belgique Annales des Mines de Belgique 1961 p. 497/510
- E12 VANDEVELDE M. Introduction du soutènement marchant Westfalia
BOLLE R. au siège du Tertre de la SA des Charbonnages du Borinage Annales Mines de Belgique 1962 p. 9 à 28
- E13 STASSEN P et LIEGEOIS R.
Le soutènement marchant en Belgique Annales des Mines de Belgique 1962 p. 534/548



- E14 STASSEN P. et LIEGEOIS R.
Charges prises par le soutènement dans les
tailles équipées de soutènement marchant
(Leipzig novembre 1962)
- E15 LIEGEOIS R. Le contrôle du toit dans les tailles équipées
de soutènement mécanisé
3ème Congrès International d'exploitation des
Mines Salzbourg novembre 1963
- E16 JACOBI O. Die Konvergenzwelle, eine Erscheinung beim
schreitenden Strebausbau
Glückauf 99 (1963) p. 636-39
- E17 BÖGELS JT et MAAT B.A.
Influence sur le contrôle du toit de quelques
paramètres importants des soutènements mar-
chants hydrauliques (New York 64)
- E18 LIEGEOIS R. Le soutènement mécanisé des longues tailles
(New York 1964)
- E19 LIEGEOIS R. Comportement de divers types de soutènement
en taille (Luxembourg 1969)

Soutènement bouclier

- E20 IRRESBERGER H. Die Anwendbarkeit des sowjetischen OMKT-
Schildausbau im deutschen Steinkohlenbergbau
und Vorschläge zu seiner Weiterentwicklung
Glückauf 102 (1966) p. 361-63
- E21 PLONKA H. Soutènement bouclier et bouclier voûté
Thèse d'ingénieur (Aachen 1969)



- E22 HESS H. Le soutènement bouclier nouvelle contribution à la rationalisation en taille
Glückauf 108 n° 2 1972) Trad. CERCHAR 158 T72
- E23 HESS H. Possibilités de contrôler le toit à l'aide du soutènement marchant dans les houillères allemandes
(5ème Conférence internationale sur les pressions de terrains - Londres 1972).
- E24 BUDNIK VM et all. Interaction du soutènement 3MK avec les épontes
(UGOL Moscou octobre 1972)
- E25 GRUNDMANN J. Nouveaux progrès avec le soutènement bouclier
Glückauf 109 - n° 3 1973)
- E26 KRAHE J. Expériences acquises dans trois tailles avec soutènement bouclier
Glückauf mars 1973)
- E27 KRAHE J. et all. Le remblayage à l'anhydrite naturelle des éboulements de toit en tailles à soutènement bouclier
Glückauf Mai 1973)

Portance du soutènement

- E28 A. ILSTEIN Influence de la résistance du soutènement sur l'apparition de la pression des terrains dans les longues tailles
Conférence Internationale sur les pressions de Terrains (Paris Mai 1960)



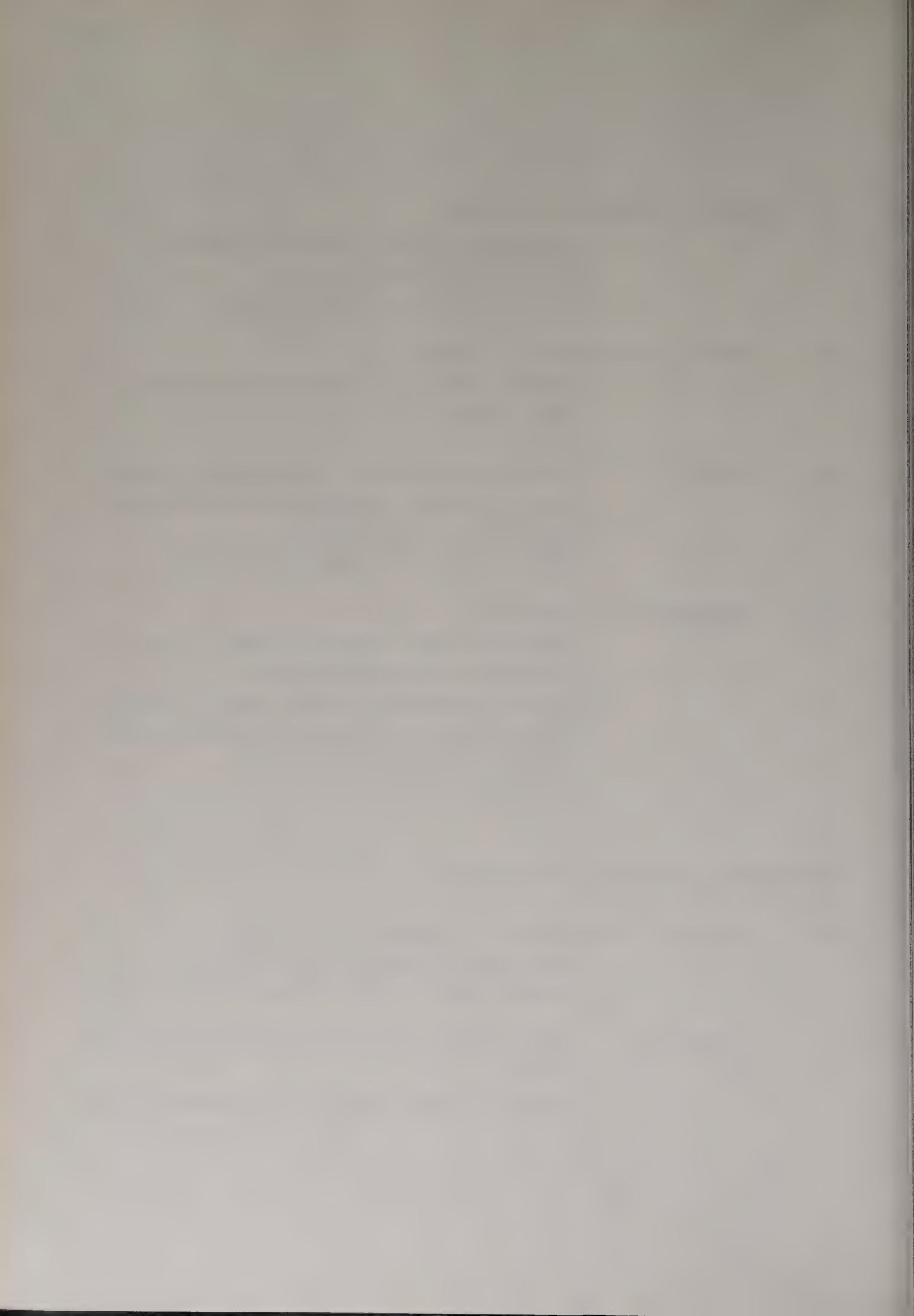
- E29 SISKÁ ET ZAMENSKÝ
Influence des conditions d'abattage sur la
résistance du soutènement dans le bassin
d'OSTRAVA-KARVINA
Glückauf août 70 (Trad. CERCHAR 719-70)
- E30 HABENICHT Sur le développement systématique d'un
soutènement marchant par l'exploitation par
longues tailles dans les terrains peu solides
5ème Conférence internationale sur les pressions
de terrains - Londres 1972
- E31 SHEPHERD Communication à la Conférence Internationale
sur les pressions de terrains - Columbia 1964
(Trad. CERCHAR 50-64)
- E32 HERWIG et JACOBI L'action du soutènement marchant sur le toit
dans les tailles foudroyées
Glückauf octobre 71 (Trad. CERCHAR 447-71)
- E33 DUBOV et all. Détermination de la portance du soutènement
mécanisé en fonction des propriétés des roches
et de la puissance de la couche (Ugol Ukrainy
Juillet 71) Trad. CERCHAR 161-72)
- E34 ZOLTAN et BODONYI Contrôle du toit dans le cas de veines dont
les épontes sont des rocs tendres
5ème Conférence sur les pressions de terrains
Londres 1972
- E35 POPOV VL et NUZDIKHIN GI
Les causes de destructions des soutènements
mécanisés (Ugol Moscou) Août 71 p. 46-48
Trad. CERCHAR 77 T72



- E36 BARRY AJ, NAIR OB, MILLER JS
Specifications for selected Hydraulic
Powered Roof Supports
Bureau of Mines circulaire 8424
- E37 ADAM R., COEUILLET R., JACOB M.
Comment choisir un soutènement mécanisé
(New York 64)
- E38 JACOBI O. La détermination de la résistance du soutènement lors de la préparation du planning des tailles à foudroyage
Glückauf 100 (1964) pages 337/42
- E39 SHEPHERD S. et ASHWIN P.
Measurement and Interpretations of Strata Behaviour on Mechanized Faces
Colliery Guardian décembre 1968 p. 795/804
Mesures et interprétations du comportement des épontes en tailles mécanisées
Traduction CERCHAR 166-69

Adaptation soutènement aux épontes

- E40 STASSEN P., HAUSMANN A., LIEGEOIS R.
Etudes sur la qualité des épontes
Annales des Mines de Belgique 1955 p. 643/664
- E41 LABASSE H. Les pressions de terrains dans les Mines de Houille
Annales des Mines de Belgique décembre 1969



E42 JACOBI O. Vue d'ensemble sur le soutènement en taille
et conséquences à en tirer pour son dévelop-
pement ultérieur
(Luxembourg 1969)

E1

E5

E43 PORTNOV AA. Bases scientifiques du développement du
soutènement marchant pour épontes tendres
et instables (Londres 1972)



LISTE DES PUBLICATIONS

- J1 CHAMBON C. et JOSIEN JP
Untersuchung einer optimalen Einstellung von
hydraulischen Einzelstempeln
10ème Congrès du bureau international de
Mécanique des Roches (Leipzig 1968)
Traduction Française
- J2 JOSIEN JP Principaux facteurs du comportement des toits
des tailles foudroyées en plateures
Revue de l'Industrie Minérale (Avril 1970)
p. 247-257

Hauptfaktoren des Hangendverhaltens in Bruch-
baustreben Der Flachen Lagerung - Traduction
Allemande
Document des journées d'information CECA
(13 et 14 Novembre 1969)
- J3 JOSIEN JP Prévisions des déformations dans les voies et
dans les tailles
Revue de l'Industrie Minérale (Décembre 1970
p. 786-794)
Communication présentée aux journées 1970 du
Comité Français de Mécanique des Roches)
- J4 JOSIEN JP Fracturation des terrains houillers dans les
longues tailles
Symposium de la Société Internationale de
Mécanique des Roches - NANCY 1971



- J5 DUBART J.CH. et JOSIEN JP
Comportement du soutènement marchant
Documents techniques des Charbonnages de France
n° 1/1972 p. 9-21 (publication CERCHAR n° 2206)
- J6 JOSIEN JP Le fonctionnement du soutènement et son influence
sur le comportement du toit en taille
5ème Conférence internationale sur les pressions
de terrains - Londres 1972 (traductions anglaise
et allemande)
- J7 DUBART J.CH. et JOSIEN JP
Méthode de caractérisation des épontes rocheuses
Revue de l'Industrie Minérale (Novembre 1973)
- J8 DEJEAN M., DUBART J.CH., JOSIEN JP, POIROT R. et RAFFOUX JF
Communication au Congrès de la Société Inter-
nationale de Mécanique des Roches (DENVER 1974)
à paraître.

CHAPITRE II. - LE DROIT DE LA VENTE.

Le droit de la vente est l'un des plus importants du droit de commerce. Il se divise en deux branches principales : le droit de la vente proprement dite, et le droit de la vente accessoire.

Le droit de la vente proprement dite se divise en deux branches principales : le droit de la vente au détail, et le droit de la vente en gros. Le droit de la vente au détail se divise en deux branches principales : le droit de la vente au détail au comptant, et le droit de la vente au détail à crédit.

Le droit de la vente en gros se divise en deux branches principales : le droit de la vente en gros au comptant, et le droit de la vente en gros à crédit. Le droit de la vente en gros au comptant se divise en deux branches principales : le droit de la vente en gros au comptant au détail, et le droit de la vente en gros au comptant en gros.

Le droit de la vente en gros à crédit se divise en deux branches principales : le droit de la vente en gros à crédit au détail, et le droit de la vente en gros à crédit en gros. Le droit de la vente en gros à crédit au détail se divise en deux branches principales : le droit de la vente en gros à crédit au détail au comptant, et le droit de la vente en gros à crédit au détail à crédit.

